

ТЕХНИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА

ISSN 2074-1146

№2(72), 2025

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, издается с 2007 года

Учредитель:	 Санкт-Петербургский Государственный Экономический Университет
Редакционный совет:	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> 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
Editorial council:	I.A. Maksimcev – rector SPbGEU, doctor of economic sciences, professor – the chairman of the board; E. A. Gorbashko – vice rector for scientific work SPbGEU, 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 SPbGEU, the editor-in-chief of the magazine, doctor of engineering sciences, professor – the editor-in-chief of the scientific and technical journal Members of editorial council: Ya.V. Zachinyayev – 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 SPbGEU, 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 SPbGEU
Адрес редакции:	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

Санкт-Петербург – 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ

Пузаков А.В. Оценка работоспособности системы электростартерного пуска автотранспортных средств.....3

Денисов И.В. Зарядная инфраструктура электрического транспорта: оценка параметров функционирования зарядных станций в населенных пунктах9

Фёдорова К.О., Менухова Т.А., Сивов А.А. Формализованный алгоритм выбора подвижного состава для выполнения заказов на перевозку рефрижераторных грузов.....19

Булатов С.В. Особенности параллельного импорта автомобильных запасных частей и материалов в Россию.....29

Хакимжонов Р.К., Тюльпина О.В., Фирсов Д.Н. Перспективные направления организации очистки резервуаров от донных отложений.....33

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Лепеш Г.В., Басова М.В., Каляева М.В. Напряженно-деформированное состояние защитного покрытия нарезной трубы при термосиловом воздействии высокотемпературного потока продуктов горения.....36

Васильева В.А. Технологии соединения труб двигателей малых космических аппаратов.....41

Сагателян Н.Х., Бабкин А.В., Корягин С.И., Либерман И.В., Клачек П.М., Либерман М.К. Индустрия 6.0: создание прикладных инструментариев прорывного развития промышленных комплексов РФ.....45

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕРВИСА

Булатов С.В. Комплексный анализ динамики производства и продаж автомобильных шин по состоянию на 2025 год.....58

Менухова Т.А., Сивов А.А., Богданов М.В. Исследование транспортного поведения в Санкт-Петербурге.....62

Ложкин В.Н. Воздействие физического состояния атмосферы на чрезвычайное загрязнение воздуха транспортом и промышленностью в Санкт-Петербурге71

Саркисова К.И., Белехов А.А. Разработка и внедрение интеграционной платформы для оценки транспортной доступности новых жилых комплексов.....77

Зайцева М.В., Марченко В.Д., Тюльпина О.В. Перспективы развития морских контейнерных перевозок в Калининградской области.....82

Лунева С.К., Потемкина Т.В., Алексеев И.И. Анализ эффективности управления ЖКХ, как проблемы обеспечения безопасности (на примере г. Санкт-Петербурга).....85

Липовская А.А., Тюльпина О.В., Марченко В.Д. Маркетинговый анализ деятельности российских нефтехимических предприятий на примере АО «Экопэт».....90

Лепя Р.Н., Трубочанин В.В., Белоброва Н.В. Технологический суверенитет: перспективы формирования на основе экономики знаний.....96

Лунева С.К., Семенова В.Н., Комиссарова М.А. Анализ инновационных технологий в контексте информационной безопасности.....105

Чащина Е. П. Особенности развития российских промышленных моногородов.....112

Требования, к материалам, принимаемым для публикации в научно-техническом журнале «Технико-технологические проблемы сервиса».....121



УДК 629.33

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСТАРТЕРНОГО ПУСКА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

А.В. Пузаков¹

*Оренбургский государственный университет,
460018, Российская Федерация, г. Оренбург, пр-т Победы, 13.*

В статье представлены результаты анализа параметров системы электростартерного пуска в процессе запуска автомобильного двигателя. В качестве параметра работоспособности системы пуска автором предложена величина электрического сопротивления стартерной цепи. Отношение номинальной величины сопротивления аккумуляторной батареи, стартера и системы электростартерного пуска в целом к вычисленным текущим значениям положено в основу оценки степени их работоспособности. Моделирование изменения сопротивления стартерной цепи в процессе жизненного цикла легкового автомобиля позволяет объяснить закономерное снижение работоспособности системы электростартерного пуска.

Ключевые слова: система электростартерного пуска, сопротивление стартерной цепи, процесс запуска автомобильного двигателя, степень работоспособности

ASSESSMENT OF THE OPERABILITY OF THE STARTING SYSTEM OF MOTOR VEHICLES

A.V. Puzakov

Orenburg State University, 13 Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation.

The article presents the results of analyzing the parameters of the electric starter system in the process of starting an automobile engine. The value of electrical resistance of the starter circuit is proposed as a parameter of the starting system performance. The ratio of the nominal value of the resistance of the battery, starter and the electric starter system as a whole to the calculated current values is the basis for assessing the degree of their operability. Modeling the change in the starter circuit resistance during the life cycle of a passenger car allows us to explain the regular decrease in the performance of the electric starter system.

Keywords: starting system, starter circuit resistance, automobile engine starting process, starting system state of health

Задачей системы электростартерного пуска является сообщение автомобильному двигателю первоначальной частоты вращения, обеспечивающей протекание процессов образования, воспламенения и сгорания воздушно-топливной смеси и выход двигателя на самостоятельную работу.

В состав системы электростартерного пуска входят: стартерная аккумуляторная батарея, как источник постоянного тока с малым внутренним сопротивлением; электрический стартер, объединяющий двигатель постоянного тока и механизмы его включения и ввода шестерни в зацепление с маховиком; реле стартера, обеспечивающее разгрузку контактов выключателя зажигания; а также сам выключатель зажигания (или кнопка запуска), управляющий процессом запуска автомобильного двигателя.

Сложно переоценить значимость исправной работы системы электростартерного пуска, так как возникающие в процессе эксплуатации неисправности [1, 2, 3, 4, 5, 6] могут привести к невозможности запуска двигателя и начала движения автотранспортного средства. На современном этапе развития информационных технологий возможно оперативное определение работоспособности системы электростартерного пуска на борту автотранспортных средств. Актуальность этой задачи подтверждается внедрением оценки работоспособности стартерной аккумуляторной батареи и стартера в автомобилях концерна General Motors на основе удаленной диагностики [7] и обработки больших объемов информации.

Целью статьи является оценка изменения работоспособности системы электростартерного пуска автотранспортных средств и её ключевых

EDN NRAMHC

¹Пузаков Андрей Владимирович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей, тел.: 8(3532)912224, e-mail: and-rew78@yandex.ru.

агрегатов – стартерной аккумуляторной батареи и стартера.

Обоснование диагностического параметра системы электростартерного пуска

Для начала прокручивания коленчатого вала автомобильного двигателя необходимо, чтобы крутящий момент на маховике, обеспечиваемый стартерным электродвигателем превысил момент сил сопротивления прокручиванию, складывающегося из момента трения и момента, определяемого разностью работ сжатия и расширения заряда воздуха в цилиндрах.

Момент стартерного электродвигателя пропорционален потребляемому току

$$M_{CT} = C_M \cdot \Phi \cdot I_C, \quad (1)$$

где $M_{СТ}$ – крутящий момент стартерного электродвигателя, Н·м;

C_M – конструктивная постоянная электродвигателя; Φ – магнитный поток, Вб;

I_C – сила тока стартерного электродвигателя, А.

Магнитный поток в стартерах с постоянными магнитами, которыми оснащаются современные автомобили, является постоянной величиной. Конструктивная постоянная определяется числом витков и схемой намотки обмотки якоря. Изменение конструктивной постоянной может произойти только в случае отрыва (отсоединения) витков обмотки от коллекторных пластин.

Следовательно, успешность запуска автомобильного двигателя напрямую зависит от величины тока, отдаваемого аккумуляторной батареей. Эта величина напрямую зависит от электрического сопротивления стартерной цепи [8, 9, 10], включающей в себя: внутреннее омическое сопротивление стартерной аккумуляторной батареи; сопротивление якорной цепи стартерного электродвигателя (обмотка якоря, сопротивление щёточного контакта и сопротивление контакта тягового реле); сопротивление проводов между батареей и электростартером, включая сопротивление контактов выключателя зажигания.

Однако пусковой ток зависит не только от технического состояния стартера, но и от многих других факторов [11, 12]. Например, снижение температуры ДВС закономерно ведет к увеличению сопротивления прокручиванию, а значит требует увеличения пускового тока и пускового момента, что в свою очередь вызывает снижение напряжения во время запуска ДВС. Кроме температуры на значение пускового тока оказывает влияние техническое состояние ДВС [13, 14, 15, 16], а также степень работоспособности и степень заряженности аккумуляторной батареи.

Схема электрической цепи системы пуска представлена на рисунке 1.

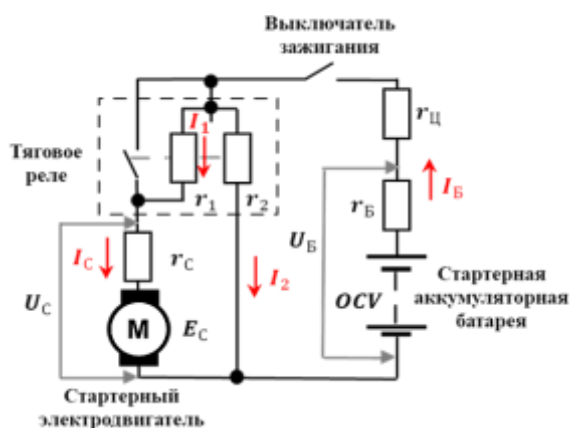


Рисунок 1 – Схема электрической цепи системы пуска: r_1 – сопротивление втягивающей обмотки тягового реле; r_2 – сопротивление удерживающей обмотки тягового реле; r_c – сопротивление якорной цепи стартерного электродвигателя; r_b – внутреннее сопротивление стартерной аккумуляторной батареи; r_2 – сопротивление проводов между стартером и батареями

Электрическая цепь системы пуска является разветвленной, и в общем случае характеризуется четырьмя токами (ток стартера, ток стартерной аккумуляторной батареи, токи втягивающей и удерживающей обмоток тягового реле) и двумя источниками электродвижущей силы (ЭДС) (ЭДС стартерной аккумуляторной батареи и противо-ЭДС стартерного электродвигателя). Однако указанные токи и напряжения действуют не всё время запуска. Процесс запуска можно разделить на три рабочих временных интервала и предварительный (рисунок 2).

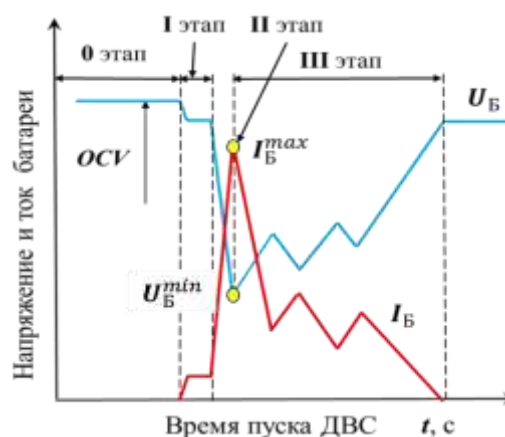


Рисунок 2 – Диаграмма запуска автомобильного двигателя

На предварительном этапе выключатель зажигания разомкнут, токи в цепи отсутствуют, напряжение на выводах батареи (напряжение разомкнутой цепи, *OCV* – *open circuit voltage*) равно её ЭДС.

Первый этап начинается в момент поворота ключа в положение «Запуск двигателя» (рисунок 3). При этом ток от аккумуляторной батареи протекает по обмоткам тягового реле.

$$I_1 = \frac{OCV - I_B \cdot (r_B + r_{\Pi})}{r_2} \quad (1)$$

где: I_1 – ток втягивающей обмотки тягового реле, А; OCV – напряжение разомкнутой цепи (ЭДС) батареи, В; I_B – ток аккумуляторной батареи, А; r_2 – сопротивление удерживающей обмотки тягового реле, Ом; r_B – внутреннее омическое сопротивление стартерной аккумуляторной батареи,

Ом; r_{Π} – сопротивление проводов между батареей и электростартером, Ом.

$$I_2 = \frac{OCV - I_B \cdot (r_B + r_{\Pi})}{r_1 + r_c} \quad (2)$$

где: I_2 – ток удерживающей обмотки тягового реле, А; r_c – сопротивление якорной цепи стартерного электродвигателя, Ом.

$$I_B = I_1 + I_2 = \dots = OCV - I_B \cdot \left(r_B + r_{\Pi} + \frac{(r_1 + r_c) \cdot r_2}{r_1 + r_c + r_2} \right). \quad (3)$$

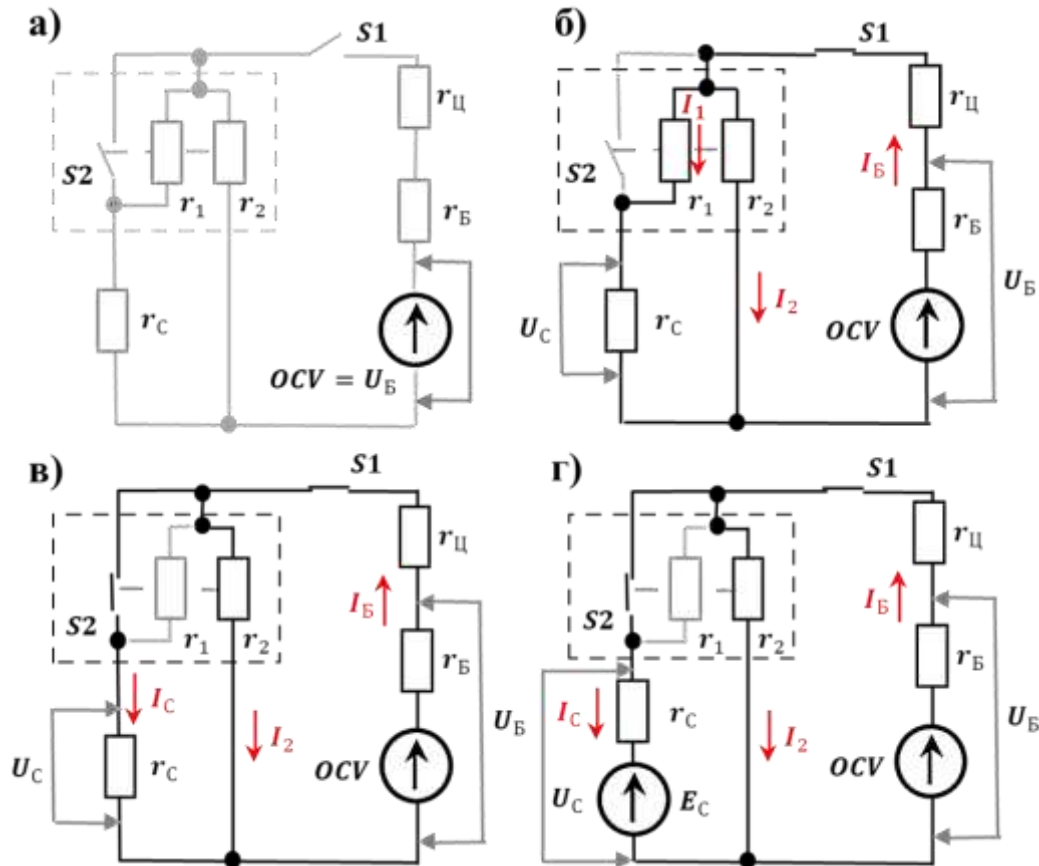


Рисунок 3 – Протекание токов в стартерной цепи во время запуска автомобильного двигателя: а) предварительный этап; б) первый этап; в) второй этап; г) третий этап; S1 – выключатель зажигания; S2 – контакт тягового реле.

Второй этап начинается в момент замыкания контакта тягового реле. Это обеспечивает шунтирование втягивающей обмотки тягового реле. Этот и последующий этапы в процессе пуска являются основными. На втором этапе якорь стартерного электродвигателя ещё не вращается и противо-ЭДС отсутствует. В этот момент в цепи протекает три тока: ток стартерного электродвигателя, ток удерживающей обмотки тягового реле и ток батареи, являющийся суммой этих токов.

$$I_1 = I_c = \frac{OCV - I_B \cdot (r_B + r_{\Pi})}{r_c}; \quad (4)$$

$$I_B = I_c + I_2 = OCV - I_B \cdot \left(r_B + r_{\Pi} + \frac{r_c \cdot r_2}{r_c + r_2} \right). \quad (5)$$

Однако спустя несколько миллисекунд якорь стартерного электродвигателя начинает вращаться, что приводит к генерации противо-ЭДС на выводах обмотки якоря. Начинается **третий этап**. Теперь в цепи действует три тока и два источника ЭДС.

Решив систему линейных уравнений (6), составленных по законам Кирхгофа, получим

$$\begin{cases} I_B = I_c + I_2 \\ I_2 \cdot r_2 - I_c \cdot r_c = E_c \\ I_2 \cdot r_2 + I_B \cdot (r_B + r_{\Pi}) = OCV \end{cases} \quad (6)$$

$$I_2 = \frac{OCV / (r_B + r_{\Pi}) + E_c / r_c}{1 + r_2 / (r_B + r_{\Pi}) + r_2 / r_c} \quad (7)$$

$$I_C = \frac{I_2 \cdot r_2 - E_C}{r_C} \quad (8)$$

$$I_B = \frac{OCV - I_2 \cdot r_2}{r_B + r_{\Pi}} \quad (9)$$

Противо-ЭДС, возникающая при вращении якоря стартерного электродвигателя пропорциональна частоте вращения.

$$E_C = C_e \cdot n \cdot \Phi, \quad (10)$$

где: E_C – противо-ЭДС стартерного электродвигателя, В; C_e – конструктивная постоянная стартерного электродвигателя; n – частота вращения якоря стартерного электродвигателя, 1/мин.

Процесс запуска двигателя характеризуется невысокими значениями частоты вращения, определить которые с помощью штатных средств автомобиля невозможно. Например, индуктивный датчик положения коленчатого вала позволяет определять частоты вращения, превышающие 200 1/мин, что соответствует окончанию процесса запуска.

Таким образом, для определения тока стартерного электродвигателя подходит первый и второй этап запуска, на которых якорь стартерного электродвигателя неподвижен.

На первом этапе токи втягивающей и удерживающей обмотки соотносятся между собой приблизительно как 3:1. Пренебечь силой тока удерживающей обмотки в этом случае нельзя, а измерить этот ток на автомобиле невозможно.

На третьем этапе токи стартерного электродвигателя и удерживающей обмотки соотносятся между собой как 23:1. Следовательно, для определения тока стартерного электродвигателя целесообразно использовать второй этап запуска, причем в качестве допущения принять, что сила тока стартера приблизительно равна силе тока батареи, доступ к которой значительно упрощен.

Продолжая логическую цепочку получаем, что работоспособность системы пуска определяется силой тока в стартерной цепи, которая в свою очередь зависит от её электрического сопротивления:

$$I_B \approx I_C = U_B / (r_B + r_C + r_{\Pi}) \quad (11)$$

В процессе эксплуатации все перечисленные сопротивления могут увеличиваться, что приводит к снижению максимального пускового тока и эффективности работы системы пуска [17, 18, 19]. Снижение сопротивления характерно лишь для аккумуляторной батареи при условии возникновения короткого замыкания между пластинами.

Номинальное значение внутреннего сопротивления стартерных аккумуляторных бата-

рей не указывается в технических характеристиках. В качестве первого приближения можно принять за номинальное значение величину, заложенную в алгоритме работы тестеров аккумуляторных батарей [20].

$$r_B^{\text{ном}} = k_B / I_{CCA} = k_B / 8 \cdot C_{20} \quad (12)$$

где I_{CCA} – ток холодного пуска, А; C_{20} – номинальная ёмкость батареи двадцатичасового режима разряда, А·ч; k_B – коэффициент, зависящий от режима разряда. Например для тестеров ICartool $k_B = 3$.

Номинальное сопротивление стартерного электродвигателя можно вычислить зная напряжение и ток в режиме полного торможения, которые приводятся в технических характеристиках

$$r_{CT}^{\text{ном}} = U_T / I_T, \quad (13)$$

где U_T , I_T – номинальное напряжение на выводах и ток стартера в режиме полного торможения.

Следовательно, оценка работоспособности аккумуляторной батареи, стартера и системы электростартерного пуска в целом может быть выполнена на основе сравнения текущего сопротивления с номинальным.

$$\begin{cases} SOH_B = \frac{r_B^{\text{ном}}}{r_B} \\ SOH_{CT} = \frac{r_{CT}^{\text{ном}}}{r_{CT}} \\ SOH_{\text{сист}} = \frac{r_{CT}^{\text{ном}} + r_B^{\text{ном}}}{r_{CT} + r_B} \end{cases} \quad (14)$$

Моделирование изменения работоспособности системы электростартерного пуска в процессе эксплуатации

Рассмотрим, как изменяется сопротивление стартерной цепи в процессе эксплуатации автомобиля (на примере автомобиля LADA Granta). На рисунке 4 представлена картина изменения внутреннего сопротивления батареи, сопротивления стартерного электродвигателя и стартерной цепи с ростом наработки агрегатов системы электростартерного пуска. Линии сопротивлений агрегатов выполнены сплошными, а пунктирной их сумма – сопротивление стартерной цепи.

Внутреннее сопротивление новой стартерной аккумуляторной батареи типа 6СТ-60Л в среднем составляет около 5 мОм в зависимости от производителя. Сопротивление якорной цепи стартерного электродвигателя примерно равно 10 мОм. Поскольку элементы цепи соединены последовательно, то можно принять номинальное значение сопротивления стартерной цепи равным 15 мОм.

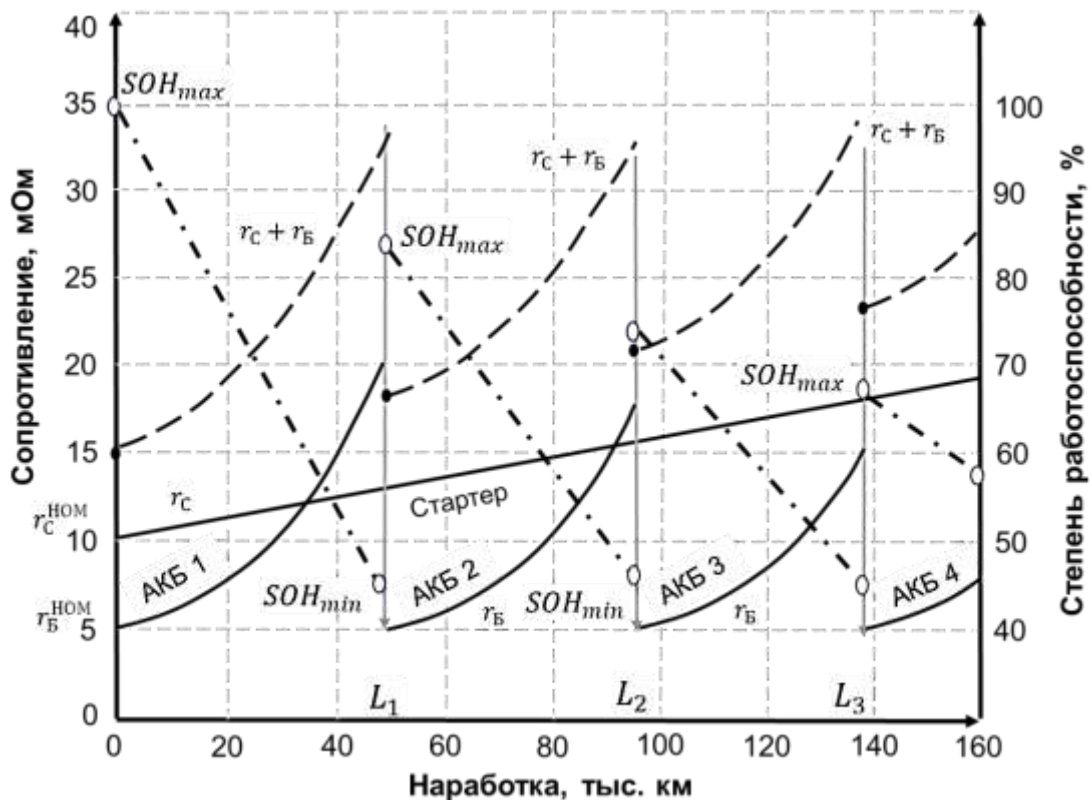


Рисунок 4 – Изменение сопротивления стартерной цепи и степени работоспособности системы пуска в процессе эксплуатации

В процессе эксплуатации сопротивление стартерной цепи начинает увеличиваться, однако это происходит неравномерно. Сопротивление якорной цепи стартерного электродвигателя увеличивается линейно, достигая значения порядка 18 мОм при наработке более 160 тыс. км. Внутреннее сопротивление стартерной аккумуляторной батареи растет нелинейно, возрастая в четыре раза примерно за 45 тыс. км. Следует отметить, что такие значения соответствуют нормальной эксплуатации автотранспортных средств (согласно инструкции 15 тыс. км пробега в год).

Таким образом, за 45 тыс. км пробега сопротивление стартерной цепи увеличивается с 15 до 32,5 мОм. На этом этапе аккумуляторную батарею следует заменить, для исключения проблем с запуском автомобильного двигателя при низких температурах. Замена батареи снизит сопротивление стартерной цепи до 17,5 мОм, то есть исходную работоспособность системы электростартера восстановить не удастся.

Исходя из численных значений сопротивлений стартерной цепи рассчитана степень работоспособности системы пуска, численно равная отношению номинального сопротивления к текущему. Степень работоспособности системы электростартерного пуска обозначена на рисунке 4 штрихпунктирными линиями.

За период эксплуатации 0-L1 степень работоспособности линейно снижается со 100% до

45%, причем на 85% это снижение обусловлено процессами, протекающими в батарее и лишь на 15% – снижением работоспособности стартерного электродвигателя.

Установка новой батареи повысит степень работоспособности системы пуска до 85%. Дальнейшие интервалы эксплуатации будут снижать степень работоспособности системы электростартерного пуска, причем даже установка новой батареи не окажет существенного влияния.

Этим объясняется тот факт, что каждая последующая установленная батарея работает меньше установленной с завода. Даже при одинаковом качестве аккумуляторных батарей работоспособность системы электростартерного пуска в целом продолжит снижаться.

Заключение

Оперативная оценка работоспособности системы электростартерного пуска способствует повышению надежности электрооборудования и снижению простоев автомобилей, связанных с заменой ключевых агрегатов: аккумуляторных батарей и стартеров. В процессе эксплуатации системы пуска происходит неуклонное увеличение сопротивления стартерной цепи, снижающее силу пускового тока, а следовательно и пусковой момент, сообщаемый автомобильному двигателю.

Вычисление сопротивления стартерной цепи возможно в процессе запуска автомобильного двигателя в момент времени, предшествующих началу вращения якоря стартерного электродвигателя. Степень работоспособности аккумуляторной батареи, стартера и системы электростартерного пуска в целом численно равна отношению номинальной величины сопротивлений к их текущим значениям.

Моделирование изменения сопротивления стартерной цепи в процессе жизненного цикла легкового автомобиля позволяет объяснить закономерное снижение работоспособности системы электростартерного пуска. Внедрению оценки работоспособности должна предшествовать разработка аналитической модели, учитывающей как постепенное увеличение сопротивления в процессе старения, так и резкое изменение, вызванное неисправностями.

Литература

- 1 A. Constantinescu, G. Mitroi-Popa, M. Trotea, "Determination of the Probability of Failure of the Starter of a Passenger Car". Proceedings of the International Conference on Mechanical Engineering. Vol. 15. p. 345. 2023.
- 2 M. Dziubiński, E. Siemionek, M. Plich, A. Drozd, K. Toborek, "Simulation of Automotive Starter Faults". Journal of KONBiN. Vol. 42. pp. 399-417. 2017.
- 3 E. Ebrahimi, K. Mollazade, "Intelligent fault classification of a tractor starter motor using vibration monitoring and adaptive neuro-fuzzy inference system". Non-Destructive Testing and Condition Monitoring. no. 52. pp. 561-566. 2010.
- 4 M.V. Mani, G. Chandramohan, R. Rudramoorthy, M. Senthilkumar, L. Ashokkumar, "Experimental analysis of faults of automobile starting". Journal of Advances in Vehicle Engineering. 2 pp. 124-132. 2016.
- 5 V.M. Murugesan, G. Chandramohan, K.M. Senthil, R. Rudramoorthy, K.L. Ashok, K.R. Suresh, D. Basha, M.K. Vishnu, "An overview of automobile starting system faults and fault diagnosis methods". ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. no. 7. pp. 812-819. 2012.
- 6 A. Puzakov, "Modeling of failures of the starter electric motor". MATEC Web of Conferences. Vol. 298. 2019.
- 7 X. Du, Y. Zhang, "Development of Robust Fault Signatures for Battery and Starter Failure Prognosis". Annual Conference of the PHM Society. 10(1). 2018. <https://doi.org/10.36001/phmconf.2018.v10i1.340>
- 8 Пузаков А.В. Математическая модель потребляемого тока автомобильного стартера // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2020. – №12. – С. 39-43.
- 9 Волков Е.В. Исследование сопротивлений компонентов системы электростартерного пуска автотракторных двигателей с целью выбора их оптимальных соотношений // Тракторы и сельхозмашины. – 2025. – Т. 92. (№2). doi: 10.17816/0321-4443-643481
- 10 Клиначев Н.В., Воронин С.Г., Согрин А.И., Коробатов Д.В., Кулёва Н.Ю., Хафизов Г.Т., Кульмухаметова А.С. Моделирование процесса пуска двигателя внутреннего сгорания электрическим стартером // Вестник ЮУрГУ. Серия: Энергетика. – 2015. – №2. – С. 49-56 DOI: 10.14529/power150207
- 11 Пузаков А.В., Филатов М.И., Бондаренко Е.В., Миркитанов В.И. Обоснование диагностических параметров автомобильных стартеров // Автомобильная промышленность. – 2018. – №1. – С. 31-34.
- 12 Северин А.А. Математическое моделирование нештатных режимов работы стартеров //Автотракторное электрооборудование. – 2004. – № 3. – С. 21-23.
- 13 Бабошин А.А., Косарев А.С., Малышев В.С. Оценка технического состояния двигателей внутреннего сгорания по току, потребляемому стартером при прокрутке двигателя // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2013. – Т.16. № 1. – С. 33-39.
- 14 J. Ramirez, C. Romero, J. Hernández, H. Quintero, "A methodology for non-invasive diagnosis of diesel engines through characteristics of starter system performance". Diagnostyka. 2022. 23. 10.29354/diag/147789.
- 15 F. Amato, G. Celentano, R. Iervolino, D. Freni, "Modelling and Experimental Validation of a Car Starting System". IFAC Proceedings Volumes. Vol. 34. Iss. 1. 2001. pp. 325-330.
- 16 V. Füvesi, K. Ernő, C. Blága, "Measurement and identification of a starter motor system". Int. Conf. on Recent Achievements in Mechatronics, Automation Computer Science and Robotics. pp. 129-134. 2010.
- 17 M. Dziubiński, "Registration of the diagnostic signals of the starting system for selected faults". IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 421. 022006. 2018.
- 18 A. Puzakov, "Evaluation of operability of automotive starters by inrush current," 2020 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems (ICOECS), Ufa, Russia, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICOECS50468.2020.9278411.
- 19 A. Puzakov, D. Dryuchin, S.A. Voinash, S. Ariko, A. Kamenchukov, I. Ukraimsky, "Diagnostics of automobile starters by the parameter of current consumption". Journal of Physics: Conference Series, 1679. 2020.
- 20 Пузаков А.В., Калимуллин Р.Ф., Смирнов Д.А. Моделирование параметров технического состояния стартерных аккумуляторных батарей // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2021. - №1. – С. 9-13.

ЗАРЯДНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА: ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

И.В. Денисов¹

*ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ),
Россия, 600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87.*

Предложена методика оценки эффективности эксплуатации электрических зарядных станций (ЭЗС). Выполнено моделирование функционирования электрической зарядной станции (ЭЗС) с одним и двумя каналами передачи электрической энергии (ЭЭ) в тяговые батареи электромобилей. В зависимости от интенсивности поступления заявок на зарядный терминал (ЗТ) установлены значения следующих показателей: вероятность отказа в обслуживании при возникновении потребности в услуге, время постановки КТМ с электроприводом на зарядку, а также число занятых зарядных коннекторов. Параметр времени ожидания подключения электромобиля к зарядной станции предложен в качестве критерия оценки функционирования зарядной сети. В результате расчетов получены графические зависимости, позволяющие осуществить проверку ранее установленных значений минимально необходимого количества ЭЗС для конкретного населенного пункта по условию допустимого времени ожидания подключения электромобиля к терминалу продолжительностью не более 20 минут. Применение предлагаемого вероятностного подхода для оценки полученных расчетных значений численного состава парка зарядного оборудования рассмотрено на примере г. Владимира.

Ключевые слова: электромобиль, электрические зарядные станции, зарядная инфраструктура, минимально необходимое количество зарядных терминалов, электрический транспорт.

MECHANISM FOR FORMING CONTROL DECISIONS OF AUTO-MATIZED SYSTEM OF MONITORING AND MANAGEMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF VEHICLES IN OPERATION

I.V. Denisov

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vladimir State University named
after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov» (VIGU),
600000, Vladimir, st. Gorky, d. 87.*

The article proposes a methodology for assessing the efficiency of electric charging stations (ECS). The modeling of the operation of an electric charging station (ECS) with one and two channels for transmitting electric energy (EE) to the traction batteries of electric vehicles is performed. Depending on the intensity of requests received at the charging terminal (CT), the values of the following indicators are set: the probability of service refusal when the need for the service arises, the time it takes to put an electric WTV on charge, and the number of occupied charging connectors. The parameter of the waiting time for connecting an electric vehicle to a charging station is proposed as a criterion for assessing the operation of the charging network. As a result of the calculations, graphical dependencies are obtained that allow checking the previously established values of the minimum required number of ECS for a specific locality under the condition of an acceptable waiting time for connecting an electric vehicle to the terminal of no more than 20 minutes. The application of the proposed probabilistic approach to assessing the obtained calculated values of the number of charging equipment fleet is considered using the example of the city of Vladimir.

Keywords: Electric vehicle, electric charging stations, charging infrastructure, minimum required number of charging terminals, electric transport.

Введение

Электрификация автомобильного транспорта (АТ), реализуемая в России в соответствии с принятым Правительством Российской Федерации (РФ) «Концепция по развитию производства

и использованию электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года» [9], требует создания зарядной инфраструктуры (ЗИ).

EDN NUCXHI

¹Денисов Илья Владимирович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электротехники и электроэнергетики», тел.: +7(915)-776-24-14, e-mail: denisoviv@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-7137-657X

Наличие электрических зарядных станций (ЭЗС) в населенных пунктах страны, а также на автомобильных дорогах, дает возможность использовать колесные транспортные машины (КТМ) с электрическим приводом по своему функциональному назначению.

В настоящее время численный состав парка зарядного оборудования не позволяет в полной мере и без ограничений эксплуатировать в РФ автотранспортные средства (АТС) с автономными электроагрегатами. Значительная протяженность улично-дорожной сети России и малый запас хода современных электромобилей вследствие небольшой емкости тяговых батарей (ТБАТ) требуют от собственника тщательной проработки предстоящих маршрутов. Если пренебречь разработкой предполагаемой схемы движения КТМ, то риск потерять возможность восстановления необходимого уровня заряда в аккумуляторах батареи электрокара путем передачи в неё электрической энергии (ЭЭ) от ближайшего зарядного терминала (ЗТ) значительно возрастает.

Задача определения оптимального числа ЭЗС в населенных пунктах РФ является в настоящее время актуальной, поскольку доступность зарядного оборудования для собственников, владеющих электрическим транспортом (ЭТ), определяет интенсивность перехода от АТ с традиционными тепловыми энергетическими установками к транспортным машинам с силовыми агрегатами, в которых происходит преобразование ЭЭ в механическую. Расширение существующей зарядной сети за счет монтажа новых терминалов и переснащение действующих станциями постоянного тока большей мощности способствует стимулированию спроса на КТМ с электроприводом не только среди автолюбителей, но и в транспортных компаниях, выполняющих коммерческие перевозки. Активное развитие ЗИ является одним из главных факторов ускорения процесса электрификации автомобильной техники. Сокращение в эксплуатации АТС, использующих в качестве источника механической энергии двигателя внутреннего сгорания, приводит к значительному снижению валовых выбросов продуктов сгорания углеводородов в атмосферу. Таким образом, решается важная экологическая проблема образования парниковых газов, возникающих вследствие функционирования тепловых энергетических установок.

Развитие сети зарядных станций требует решения некоторых задач, среди которых следует отметить следующие: установление минимального необходимого количества терминалов в населенных пунктах, определение параметров функционирования системы, экономическая

оценка эксплуатации зарядного оборудования. Решение первой из перечисленных задач содержится в публикации [3].

В настоящей работе представлены результаты исследования параметров функционирования зарядной сети в случаях изменения входного потока заявок на осуществление сеансов передачи ЭЭ от ЗТ в ТБАТ электромобилей, а также использования станций, допускающих одновременное обслуживание двух машин. Необходимость таких расчетов обусловлена тем, что с ростом в эксплуатации числа КТМ с электроагрегатами спрос на услуги подключения к ЭЗС закономерно возрастет. В условиях активной электрификации автомобильного парка для сокращения времени простоя в ожидании на подключение к терминалу их число потребуется увеличить. Однако расширение парка зарядного оборудования необходимо осуществлять в соответствии с рядом критериев:

1. Продолжительность времени простоя в ожидании не должна быть выше определенного заданного контрольного значения, приемлемого для собственников ЭТ.
2. Вероятность отказа в обслуживании должна стремиться к нулю.
3. Простой каналов обслуживания ЗИ недопустимы, а, следовательно, для каждой модели ЭЗС должен быть установлен минимально необходимый суточный поток заявок для достижения рентабельности функционирования зарядного оборудования.

Постановка задачи исследования

Задачу определения количественного состава парка зарядного оборудования для ЭТ необходимо решать исходя из установления минимально необходимого количества ЭЗС в населенных пунктах РФ и оценки параметров их функционирования. ЗИ целесообразно рассматривать как систему массового обслуживания (СМО) автомобилей, состоящую из терминалов с одним или несколькими каналами передачи ЭЭ в ТБАТ электромобилей [1,5,6,8]. Для ЗТ различной мощности и числа, одновременно функционирующих каналов обслуживания, рассчитываются вероятность отказа в подключении зарядного коннектора к электромобилю и время ожидания заряда аккумуляторов батареи. Полученные значения позволяют сделать вывод о потребности в дополнительном корректировании установленных ранее значений минимально необходимого количества ЭЗС в конкретном населенном пункте страны.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты расчета минимально необходимого количества ЗТ в конкретном населенном

пункте требуют оценки параметров функционирования зарядной сети. ЭЗС должны быть доступны для собственников, эксплуатирующих электрический транспорт, а время ожидания подключения коннектора зарядного оборудования к КТМ приемлемым.

Оценку параметров функционирования ЗИ целесообразно выполнить, моделируя процесс функционирования ЭЗС. Для цели настоящего исследования ЗТ рассматривался как одноканальная СМО с неограниченной очередью (зарядный терминал с одним кабелем подключения) и двухканальная СМО с ожиданием при неограниченном входящем потоке (зарядный терминал, допускающий одновременную зарядку тяговых батарей двух КТМ) [1].

Важными характеристиками СМО будут [6,8]:

- интенсивность поступления заявок на ЗТ, возникающих через промежуток времени t_m , рав-

ный периоду времени между зарядками электромобилей, и определяемый с использованием математической зависимости

$$\lambda = 1/t_m; \quad (1)$$

- интенсивность обслуживания заявок, зависящая от продолжительности $t_{зар}$ передачи ЭЭ в ТБАТ КТМ с электроприводом, которую можно рассчитать по формуле

$$\mu = 1/t_{зар}. \quad (2)$$

Соотношения интенсивностей поступления заявок в систему и их обслуживания представляют через параметр

$$\alpha = \lambda/\mu. \quad (3)$$

В таблице 1 представлены расчетные выражения, позволяющие установить параметры функционирования одно- и двухканальных СМО [6,8].

Таблица 1 – Расчетные формулы для определения параметров СМО при моделировании работы зарядных станций [6,8]

Параметр	Одноканальная СМО с неограниченной очередью	Двухканальная СМО с ожиданием при неограниченном входящем потоке
1	2	3
Вероятность состояния, соответствующего всем свободным каналам обслуживания	$P_0 = \left[1 + \sum_{k=1}^n \alpha^k \right]^{-1} \quad (4)$	$P_0 = \left[\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\alpha^k}{(n-1)!(n-\alpha)} \right]^{-1} \quad (5)$
Вероятность состояния, при котором заняты k -каналы	$P_k = \alpha^k (1 - \alpha) \quad (6)$	$P_k = \frac{\alpha^k}{k!} P_0, 1 \leq k \leq n \quad (7)$
Вероятность нахождения в системе k -заявок	$P_k = \alpha^k (1 - \alpha) \quad (8)$	$P_k = \frac{\alpha^k}{n!n^{k-n}} P_0, k > n \quad (9)$
Вероятность состояния, когда все каналы заняты	$P_{зан} = 1 - P_0 \quad (10)$	$P_{зан} = \frac{\alpha^n}{(n-1)!(n-\alpha)} P_0 \quad (11)$
Средняя длина очереди	$L_{оч} = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)} \quad (12)$	$L_{оч} = \frac{\alpha P_{зан}}{(n-\alpha)} \quad (13)$
Среднее число КТМ в системе	$L_{сис} = (1-\alpha) \sum_{k=1}^{\infty} k \alpha^k \quad (14)$	$L_{сис} = L_{оч} + n - \sum_{k=0}^{n-1} (n-k) P_k \quad (15)$
Среднее число КТМ, находящихся под обслуживанием	$L_{об} = L_{сис} - L_{оч} \quad (16)$	
Среднее число свободных от обслуживания каналов	$N_0 = 1 - N_{зан} \quad (17)$	$N_0 = \sum_{k=0}^{n-1} (n-k) P_k \quad (18)$
Среднее число занятых каналов	$N_{зан} = L_{об}/n \quad (19)$	$N_{зан} = n - N_0 \quad (20)$
Среднее время пребывания КТМ в очереди	$T_{оч} = \frac{\alpha^2}{\lambda(1-\alpha)} \quad (21)$	$T_{оч} = \frac{P_{зан}}{\mu(n-\alpha)} \quad (22)$
Среднее время нахождения КТМ в СМО	$T_{сис} = T_{оч} + t_{зар} \quad (23)$	

Результаты моделирования функционирования рассматриваемых одно- и двухканальных ЭЗС различной мощности при изменяющейся интенсивности поступления заявок на услугу по передаче ЭЭ в ТБАТ ЭТ отражены в виде графических зависимостей, проиллюстрированных ниже.

На рисунке 1 показаны криволинейные зависимости времени ожидания подключения электромобиля к ЗТ от интенсивности поступления заявок при заданном времени обслуживания одноканальной СМО с неограниченной очередью.

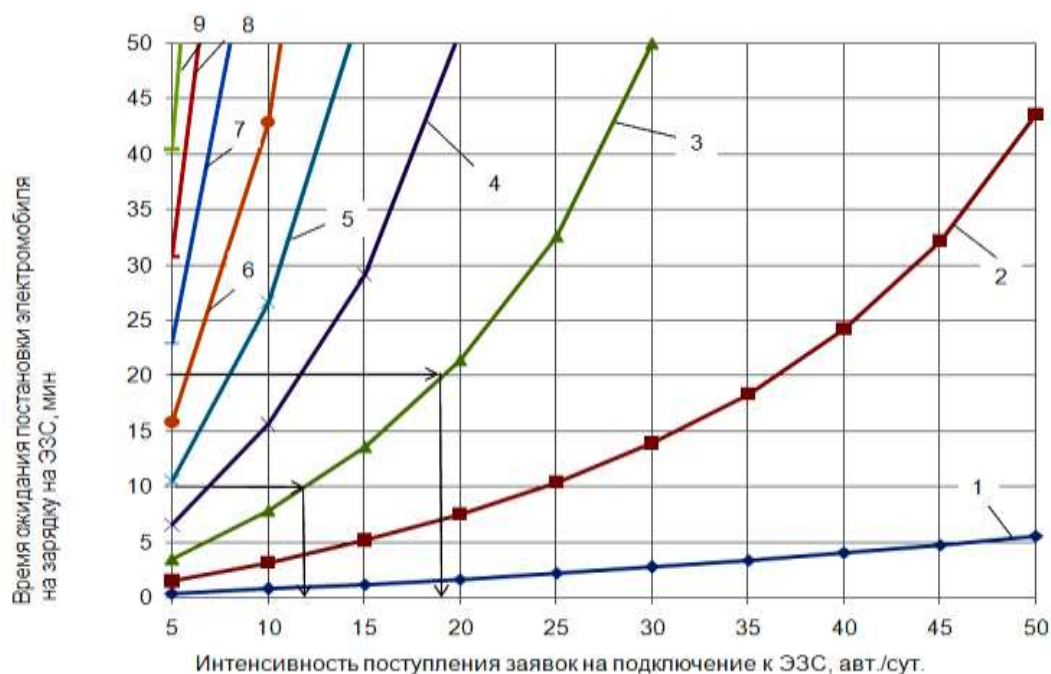


Рисунок 1 – Графические зависимости времени ожидания постановки электромобиля на ЭЗС от интенсивности поступления заявок при заданном времени обслуживания одноканальной СМО с неограниченной очередью (времени зарядки ТБАТ ЭТ): 1 – 10 мин.; 2 – 20 мин.; 3 – 30 мин.; 4 – 40 мин.; 5 – 50 мин.; 6 – 60 мин.; 7 – 70 мин.; 8 – 80 мин.; 9 – 90 мин.

Из рисунка 1 видно, что ЭЗС *Mode 4* мощностью 149 кВт при входном потоке заявок, равном 20 авт./сут. потребует от собственника КТМ не более 25 минут ожидания, чтобы постановить её на зарядку. При этом ЗТ меньшей мощности даже при снижении интенсивности поступления заявок на обслуживание в два раза не позволят подключить зарядный коннектор ЭЗС к электромобилю ранее, чем через 20 минут. Таким образом, для исключения образования очередей вблизи терминалов передачи ЭЭ в ТБАТ ЭТ следует подбирать их мощность в соответствии с фактическим потоком заявок, отдавая предпочтение терминалам типа *Mode 4*.

Рисунок 2 содержит графические зависимости вероятностей занятого канала ЭЗС от интенсивности поступления заявок при заданном времени обслуживания одноканальной СМО с неограниченной очередью.

Согласно данным рисунка 2, вероятность отказа в обслуживании одноканальной СМО при входном потоке 25 авт./сут. стремиться к единице даже на ЗТ *Mode 4* мощностью 149 кВт, т.е.

наблюдается несоответствие высокого спроса возможностям ЗИ. Это свидетельствует о том, что необходимо ограничивать интенсивность поступления заявок на передачу ЭЭ от ЭЗС в ТБАТ КТМ с электроприводом установкой большего числа терминалов. В противном случае невозможно обеспечить удовлетворение высокого спроса в приемлемые для автолюбителей временные интервалы. Вместе с тем, ограничение входного потока заявок необходимо проверять по экономическому критерию, чтобы эксплуатация зарядной сети не носила убыточный характер. Таким образом, перечисленные факторы необходимо учитывать при нормировании допустимой вероятности занятого канала обслуживания для ЭЗС различной мощности.

На рисунке 3 проиллюстрированы кривые зависимостей числа занятых каналов ЗТ от интенсивности поступления заявок при заданном времени обслуживания одноканальной СМО с неограниченной очередью. Кривые рисунка 3 наглядно отображают моменты подключения электромобилей к ЭЗС.

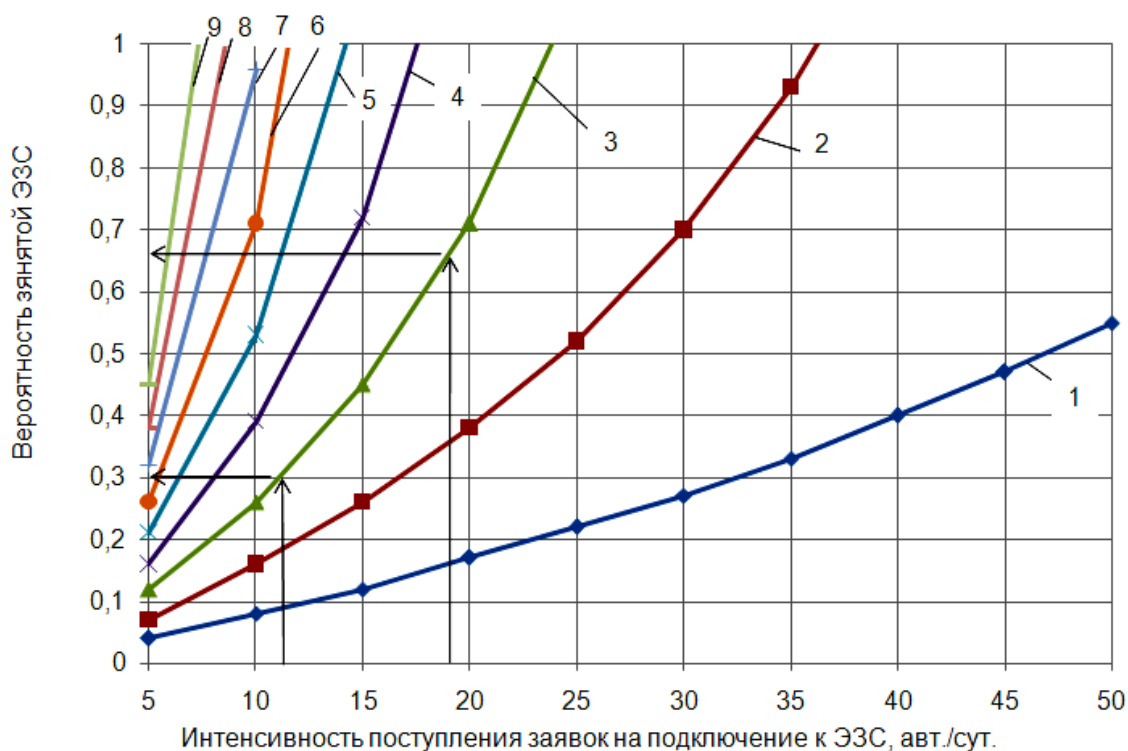


Рисунок 2 – Графические зависимости вероятностей занятого канала ЭЭС от интенсивности поступления заявок при заданном времени обслуживания одноканальной СМО с неограниченной очередью (времени зарядки ТБАТ ЭТ): 1 - 10 мин.; 2 - 20 мин.; 3- 30 мин.; 4 - 40 мин.; 5 - 50 мин.; 6 - 60 мин.; 7 - 70 мин.; 8 - 80 мин.; 9 - 90 мин.

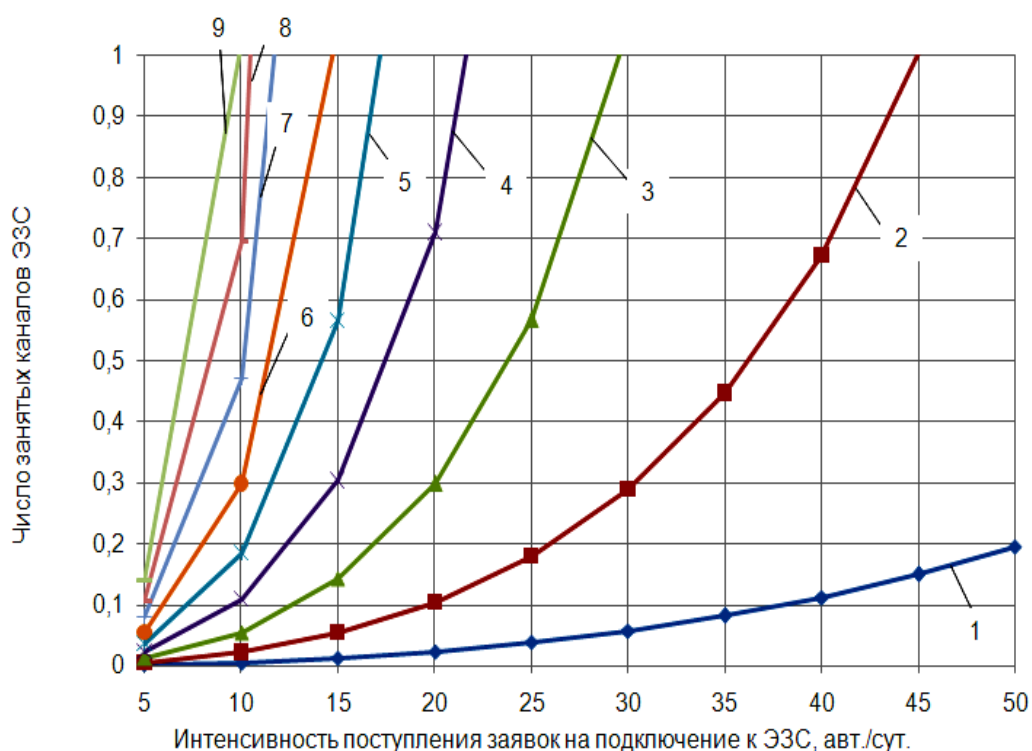


Рисунок 3 – Графические зависимости числа занятых каналов ЭЭС от интенсивности поступления заявок при заданном времени обслуживания одноканальной СМО с неограниченной очередью (времени зарядки ТБАТ ЭТ): 1 - 10 мин.; 2 - 20 мин.; 3- 30 мин.; 4 - 40 мин.; 5 - 50 мин.; 6 - 60 мин.; 7 - 70 мин.; 8 - 80 мин.; 9 - 90 мин.

Очевидно то, что терминалы, поддерживающие «быструю» зарядку целесообразно устанавливать на автомобильных дорогах или стоянках вблизи крупных торговых и офисно-деловых центров, поскольку это дает возможность уменьшить время зарядки ТБАТ КТМ с электроприводом, а, следовательно, и продолжительность ожидания удовлетворения заявки на обслуживание. ЗТ типа *Mode 2* и *Mode 3* даже при небольшой интенсивности поступления заявок не способны их удовлетворить в приемлемые для автовладельцев сроки. Поэтому в конструкции «медленных» зарядных станций оправданно предусмотреть несколько каналов обслуживания либо их парк следует увеличивать. В силу того, что время, в течение которого будет осуществлена передача ЭЭ в ТБАТ электро-

мобилей посредством ЭЗС малой мощности, велико, установка многоканальных терминалов будет оправдана на парковках в спальных районах городов или местах работы их собственников. В таком случае важен сам факт начала процесса зарядки батареи аккумуляторов, а его продолжительность нет, ввиду того что он будет протекать во время отдыха в ночное время или рабочей смены.

Рисунок 4 содержит графические зависимости времени ожидания постановки КТМ с электроприводом на зарядку от интенсивности поступления заявок на услугу по передаче ЭЭ в батарею аккумуляторов при заданном времени обслуживания двухканальной СМО с ожиданием при неограниченном входящем потоке.

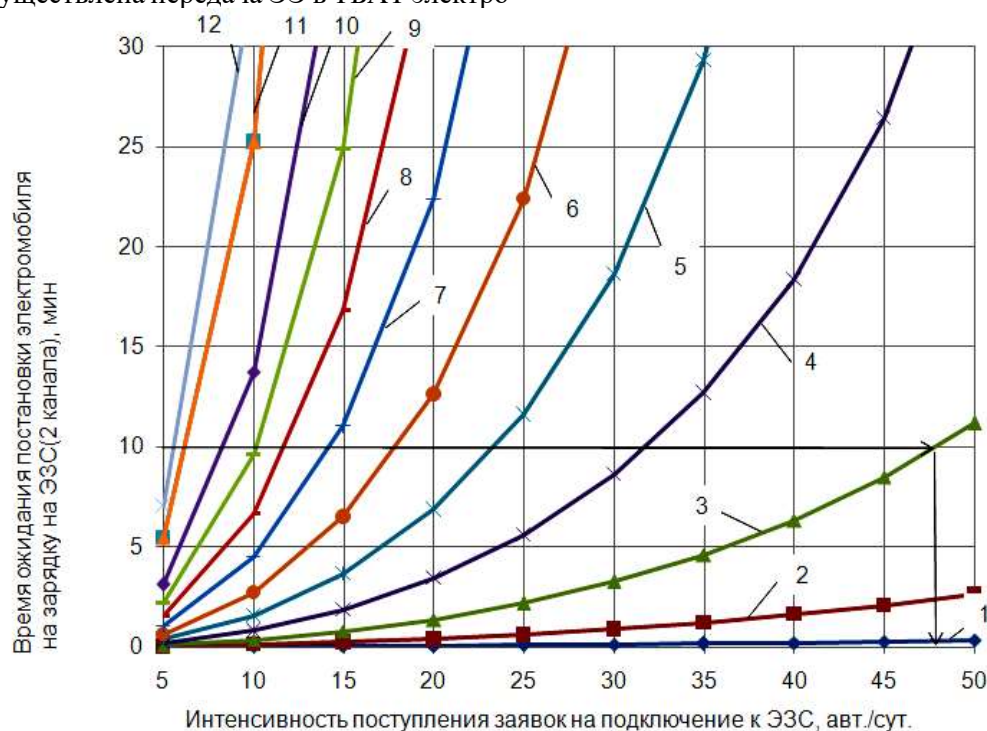


Рисунок 4 – Графические зависимости времени ожидания постановки электромобиля на ЭЗС от интенсивности поступления заявок при заданном времени обслуживания двухканальной СМО с ожиданием при неограниченном входящем потоке (времени зарядки ТБАТ ЭТ): 1 – 10 мин.; 2 – 20 мин.; 3 – 30 мин.; 4 – 40 мин.; 5 – 50 мин.; 6 – 60 мин.; 7 – 70 мин.; 8 – 80 мин.; 9 – 90 мин.; 10 – 100 мин.; 11 – 110 мин.; 12 – 120 мин.

На рисунке 4 криволинейные зависимости расположены преимущественно ближе к оси абсцисс по сравнению с графическими данными рисунка 1, что свидетельствует о значительном снижении времени ожидания подключения ЭТ к зарядному коннектору и начала процесса передачи ЭЭ в батарею аккумуляторов у двухканальной ЭЗС. Необходимо отметить, что стоимость строительно-монтажных работ по размещению указанных ЗТ на парковках практически не отличается от одноканальных систем, но при этом позволяет более рационально использовать площадь территории и создает условия беспрепятственного доступа к зарядной инфраструктуре собственникам

электромобилей. Учитывая разницу в цене между одно- и двухканальными ЭЗС типа *Mode 3*, составляющую не более 40%, использование последних снижает первоначальные затраты на создание ЗИ.

На рисунке 5 представлены криволинейные зависимости вероятностей занятых каналов ЗТ от интенсивности поступления заявок на зарядку ТБАТ электромобилей при заданном времени обслуживания двухканальной СМО с ожиданием при неограниченном входящем потоке.

Из рисунка 5 следует, что двухканальные ЗТ мощность в каждом канале 149 кВт и выше имеют вероятность отказа в обслуживании не

превышающую $P_{отк}=0,3$ даже при интенсивности поступления заявок более 40 электромобилей в сутки.

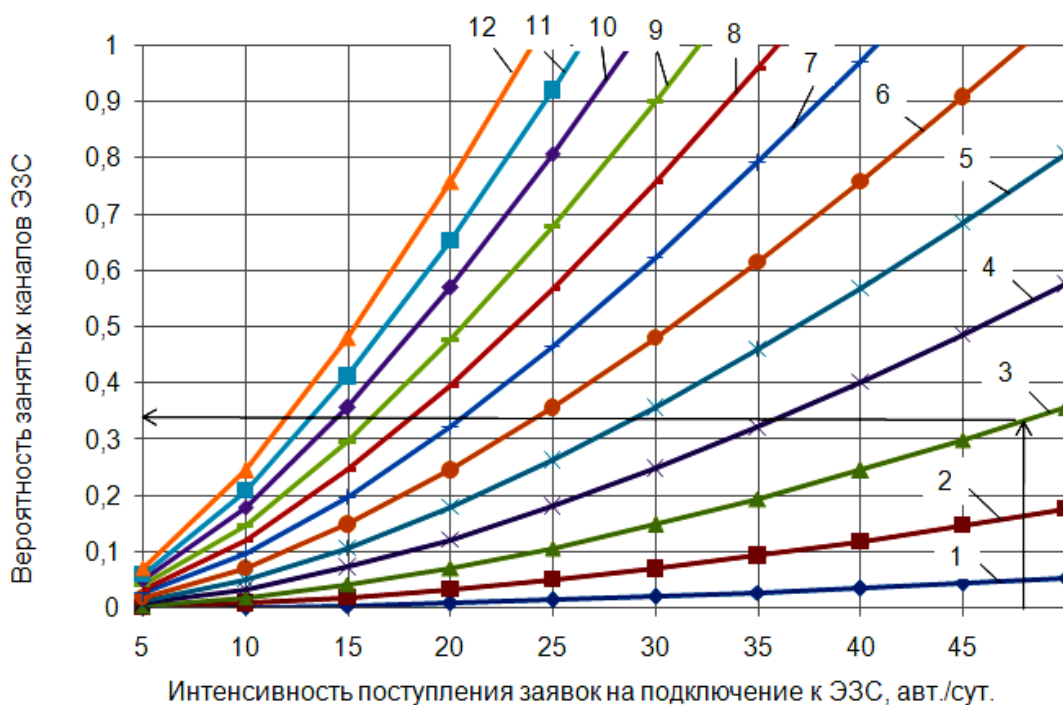


Рисунок 5 – Графические зависимости вероятностей занятых каналов ЭЗС от интенсивности поступления заявок при заданном времени обслуживания двухканальной СМО с ожиданием при неограниченном входящем потоке (времени зарядки ТБАТ ЭТ): 1 – 10 мин.; 2 – 20 мин.; 3 – 30 мин.; 4 – 40 мин.; 5 – 50 мин.; 6 – 60 мин.; 7 – 70 мин.; 8 – 80 мин.; 9 – 90 мин.; 10 – 100 мин.; 11 – 110 мин.; 12 – 120 мин.

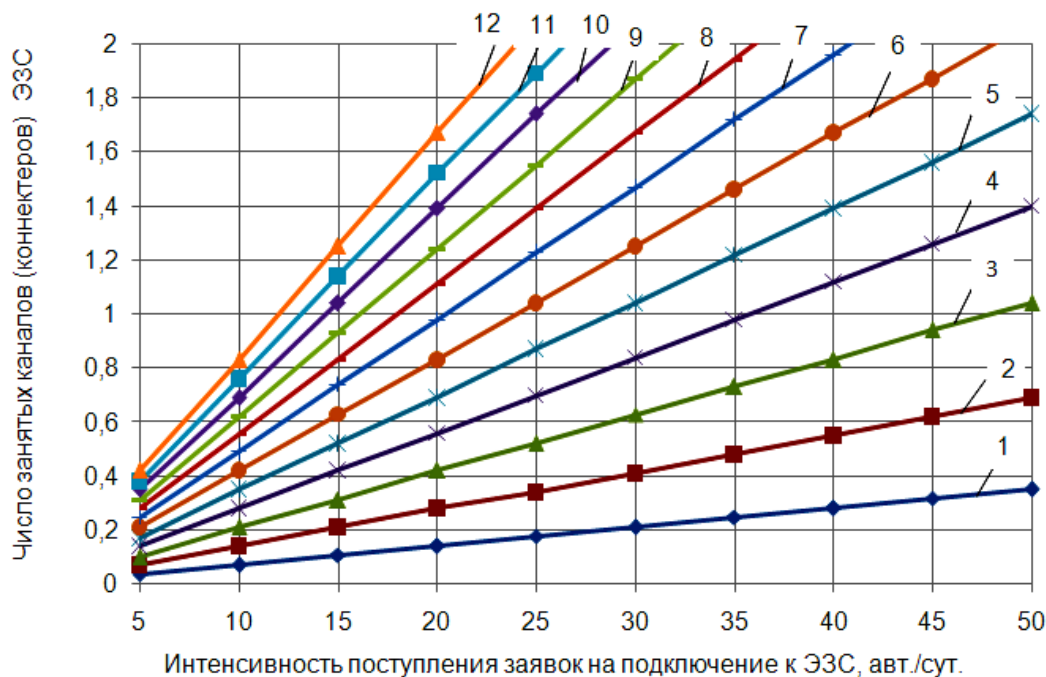


Рисунок 6 – Графические зависимости числа занятых каналов ЭЗС от интенсивности поступления заявок при заданном времени обслуживания двухканальной СМО с ожиданием при неограниченном входящем потоке (времени зарядки ТБАТ ЭТ): 1 – 10 мин.; 2 – 20 мин.; 3 – 30 мин.; 4 – 40 мин.; 5 – 50 мин.; 6 – 60 мин.; 7 – 70 мин.; 8 – 80 мин.; 9 – 90 мин.; 10 – 100 мин.; 11 – 110 мин.; 12 – 120 мин.

ЭЗС типа *Mode 3* с двумя зарядными коннекторами мощностью 43 кВт, допускающими одновременную передачу ЭЭ в ТБАТ КТМ с электроприводом, позволяют в четыре раза сократить значение вероятности ожидания обслуживания. При этом один канал СМО будет свободен даже при входном потоке, равном 15 электрокаров в сутки.

Многоканальные ЗТ должны стать основой зарядной сети. В настоящее время на рынке зарядного оборудования производители предлагают ЭЗС, функционирующие в двух режимах *Mode 4* и *Mode 3*. При использовании одного коннектора станция работает в режиме «быстрой» зарядки с максимальной паспортной мощностью. В случае одновременной зарядки нескольких КТМ с электроприводом контроллер ЗТ распределяет в

равных объемах количество ЭЭ каждому электроприемнику.

На рисунке 6 изображены кривые зависимостей числа занятых каналов зарядной станции от интенсивности поступления заявок на подключение к ней при заданном времени обслуживания двухканальной СМО с ожиданием при неограниченном входящем потоке.

Используя представленные выше результаты моделирования СМО ЗИ ЭТ, выполнена проверка полученных в [3] параметров зарядной сети для г. Владимира. В качестве критерия было определено время ожидания постановки электромотоцикла на зарядку. В ходе исследований автором выполнен социологический опрос собственников КТМ с электрическим приводом, результаты которого изображены на рисунке 7.



Рисунок 7 – Результаты опроса автолюбителей по вопросу о продолжительности ожидания постановки электромотоцикла на зарядку (60 респондентов)

Установлено, что 62% респондентов готовы потратить не более 20 мин. в ожидании освобождения ЗТ типа *Mode 4*.

Из результатов опроса собственников ЭТ и графических зависимостей рисунка 1 следует, что при времени зарядки $t_{зар} = 30$ мин. и продолжительности ожидания 20 мин. ЭЗС с одним терминалом способна обслужить, т.е. передать ЭЭ в ТБАТ, не более $\lambda_d = 18$ электромотоциклам в сутки. Вероятность того, что канал ЗТ будет занят в момент поступления заявки, составит $P_{отк} = 66\%$ (см. рисунок 2).

При сокращении времени ожидания подключения КТМ с электроприводом к ЭЗС до 10 мин и сохранении неизменной продолжитель-

ность зарядки $t_{зар}$ батареи аккумуляторов производительность зарядного оборудования позволит обслужить $\lambda_d = 12$ авт./сутки. При этом вероятность нахождения электромотоцикла около ЗТ с подключенным кабелем уменьшится до $P_{отк} = 28\%$.

Учитывая суточный поток заявок, равный для г. Владимира в 2030 г. 252 электромотоцикла [2,3], при времени ожидания 20 мин. число «быстрых» зарядных станций типа *Mode 4* рекомендуется принять в количестве

$$N_{ЭЗС}^Б = \frac{m_{ЭЗС}^{сут}}{\lambda_d} = \frac{251,96}{18} \approx 14 \text{ сп.ед.} \quad (24)$$

Следует заметить, что полученное количество ЭЗС типа *Mode 4* охватывает весь поток заявок. Фактически существуют еще ЗТ типа *Mode 3*, относящиеся к «медленным». В [9] устанавли-

вается соотношение быстрых и медленных зарядных станций как 40/60. Если принять данную пропорцию, распределив поток заявок между ЭЗС двух типов, то число «быстрых» ЗТ составит

$$N_{\text{ЭЗС}}^{\text{Б}} = \frac{0,4m_{\text{ЭЗС}}^{\text{сут}}}{\lambda_{\text{д}}} = \frac{0,4 \cdot 251,96}{18} \approx 5,59 \text{ сп.ед.} \quad (25)$$

Таким образом, полученное значение близко к данным таблицы 3 [3].

Если принять допустимое время ожидания равным 10 мин, то число «быстрых» зарядных станций, согласно формуле (24), увеличится до

$$N_{\text{ЭЗС}}^{\text{Б}} = \frac{251,96}{12} \approx 20,99 \text{ сп. ед.},$$

а с учетом процентного соотношения «быстрых» и «медленных» ЗТ, составит

$$N_{\text{ЭЗС}}^{\text{Б}} = \frac{0,4 \cdot 251,96}{12} \approx 8,39 \text{ сп. ед.}$$

Таким образом, рассчитанное в [3] значение минимально необходимого количества ЭЗС *Mode* 4 мощность 149 кВт удовлетворяет принятому критерию продолжительности ожидания постановки электромобиля на зарядку равному 20 мин. При сокращении указанного параметра до 10 мин, количество ЗТ, относящихся к «быстрым», потребуются увеличить до 8 единиц.

Полученные значения необходимо проверить экономическим критерием, чтобы окончательно принять решение о назначении списочного состава парка зарядного оборудования для конкретного населенного пункта. Результаты экономической оценки функционирования ЭЗС *Mode* 3 и *Mode* 4 в составе ЗИ планируется представить в следующей публикации.

В соответствии с графическими зависимостями, представленными на рисунках 4,5 и 6, для ЭЗС типа *Mode* 3 оправданно увеличивать до двух число зарядных коннекторов, способных осуществлять передачу ЭЭ в ТБАТ одновременно нескольких КТМ с электрическим приводом. Это позволяет сократить вероятность возникновения очереди у зарядного оборудования, что можно проиллюстрировать, рассмотрев простой пример.

При времени зарядки $t_{\text{зар}} = 90$ мин. и интенсивности потока входящих заявок на зарядку $\lambda_{\text{д}} = 5$ авт./сут. вероятность отказа в обслуживании ЗТ с двумя коннекторами, допускающими одновременную передачу ЭЭ в батарею аккумуляторов ЭТ, будет составлять $P_{\text{отк}} = 0,06$ (см. рисунок 5), а время ожидания подключения - $t_{\text{ож}} = 2,5$ мин. (см. рисунок 4). При аналогичных условиях одноканальная ЭЗС мощностью 43 кВт имеет - $P_{\text{отк}} = 0,45$ (см. рисунок 2) и $t_{\text{ож}} = 41$ мин. (см. рисунок 1). Таким образом, использование зарядного оборудования, допускающего одновремен-

ную передачу ЭЭ в ТБАТ двух и более электромобилей, дает возможность более чем в 8 раз уменьшить вероятность появления очереди у терминала. Это создает условия для беспрепятственного доступа собственников электромобилей к ЭЗС.

Рассматриваемый момент очень важен при создании и расширении существующей зарядной сети. При проектировании ЗИ в населенных пунктах его целесообразно учитывать, особенно в микрорайонах крупных городов с развитой промышленностью. Перераспределение КТМ с электрическим приводом от ЭЗС типа *Mode* 4 к многоканальным ЗТ типа *Mode* 3, на которых процесс передачи ЭЭ в батарею аккумуляторов будет осуществляться преимущественно в вечернее время и ночные часы, позволит сбалансировать нагрузку на систему электроснабжения, повысив её устойчивость в часы пикового потребления. Такой подход даст возможность в полной мере задействовать существующие резервы активной мощности без существенных капитальных вложений в создание новых точек подключения электроприемников ЗИ.

Заключение

Проектирование ЗИ для возможности беспрепятственной эксплуатации ЭТ следует осуществлять, проводя всесторонние исследования. В таком случае формируемая сеть ЗТ в полной мере способна удовлетворить спрос автолюбителей в конкретном населенном пункте. При этом её производственно-хозяйственная деятельность должна быть безубыточной и приносить ежедневную чистую прибыль от функционирования каждой ЭЗС [7]. В соответствии с указанными критериями количественный состав парка зарядного оборудования должен быть оптимальным. Только при выполнении этого условия можно получить приемлемые для потенциальных инвесторов сроки окупаемости зарядных станций.

В этой связи на первоначальном этапе необходим анализ парка электромобилей в конкретном населенном пункте, в ходе которого устанавливаются: численный состав КТМ, средний запас хода и интенсивность эксплуатации подвижного состава. Полученная информация позволит установить фактический спрос на услуги по передаче ЭЭ в ТБАТ электрокаров от ЭЗС и оценить динамику его изменения в течение недели и времени суток.

На втором этапе рассчитывается минимально необходимое количество ЗТ для конкретного населенного пункта исходя из фактического

спроса на услуги по зарядке батареи аккумуляторов электромобилей.

В ходе реализации третьего этапа исследований по разработке стратегии развития ЗИ ЭТ полученные результаты проверяют вероятностным и экономическим критериями.

В настоящей публикации предложен подход к вероятностной оценке полученных результатов. В качестве критерия оценки функционирования зарядной сети предложено время ожидания подключения электромобиля к ЗТ. Согласно результатам опроса, проведенного автором в процессе подготовки настоящей публикации среди автолюбителей г. Владимира, допустимая продолжительность нахождения в очереди у ЭЗС не должна превышать 20 мин.

Выполнена оценка параметров функционирования зарядных станций в населенных пунктах при различной интенсивности поступления заявок на передачу ЭЭ в ТБАТ КТМ с электроприводом. Рассматривая ЗТ различной мощности как СМО с одним и двумя каналами обслуживания, расчетным методом установлены значения следующих показателей: вероятность отказа в обслуживании при возникновении потребности в услуге, время постановки электромобиля на зарядку, а также число занятых зарядных коннекторов. Полученные графические зависимости дают возможность осуществить проверку ранее установленных значений минимально необходимого количества ЭЗС для конкретного населенного пункта по условию допустимого времени ожидания подключения электромобиля к терминалу. Предлагаемый подход к оценке результатов расчета минимально необходимого количества зарядных станций вероятностным критерием рассмотрен на примере г. Владимира.

Литература

1 Асадов, Д. Г. Обоснование оптимального количества зарядных станций электромобилей / Д. Г. Асадов // Международный научный журнал. – 2011. – № 5. – С. 131-135. – EDN OOIJJZ.

2 Денисов, И. В. Зарядная инфраструктура электрического транспорта: методика определения спроса на

зарядные станции / И. В. Денисов // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2024. – № 4(70). – С. 3-12. – EDN AFZXVG.

3 Денисов, И. В. Зарядная инфраструктура электрического транспорта: методика расчета минимально необходимого количества зарядных станций в населенных пунктах / И. В. Денисов // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2025. – № 1(71). – С. 19-27. – EDN BSPMTX..

4 Какова обеспеченность электромобилей зарядной инфраструктурой в России? [Электронный ресурс] // Аналитическое агентство «Автомобильная статистика». – URL: https://www.autostat.ru/editorial_column/55092/. (дата обращения: 10.05.2024).

5 Камольцева, А. В. Подход к определению параметров сети зарядных станций для электромобилей / А. В. Камольцева, Г. А. Писарев // Транспорт на альтернативном топливе. – 2020. – № 5(77). – С. 62-69. – EDN JMUFOT.

6 Моделирование производственных процессов автомобильного транспорта // сост. С.И. Коновалов, С.А. Максимов, В.В. Савин. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 244 с.

7 Операторы зарядных станций для электромобилей в РФ столкнулись с убыточностью из-за небольшого количества клиентов. [Электронный ресурс] // <https://habr.com/ru/>. – URL: <https://habr.com/ru/amp/publications/721450/>. (дата обращения: 10.05.2024).

8 Плескунов, М. А. Теория массового обслуживания : учебное пособие / М. А. Плескунов ; М-во науки и высшего образования РФ, Урал. федер.ун-т. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. — 264 с. ISBN 978-5-7996-3539-8

9 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 г. № 2290-р «Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс] // <http://static.government.ru/>. – URL: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJJt.pdf> (дата обращения: 10.05.2024).

10 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р «Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года» [Электронный ресурс] // <http://static.government.ru/>. – URL: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kFZlOOpQhLl0nUT91RjCbeR.pdf>. (дата обращения: 10.05.2024).

ФОРМАЛИЗОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ВЫБОРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ НА ПЕРЕВОЗКУ РЕФРИЖЕРАТОРНЫХ ГРУЗОВ

К.О. Фёдорова¹, Т.А. Менухова², А.А. Сивов³

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»,
Россия, 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д.2.*

В статье представлен разработанный формализованный алгоритм выбора подвижного состава для осуществления рефрижераторных перевозок. Сформирована система значимых показателей, определены соответствующие весовые коэффициенты и реализована интегральная расчетная модель, учитывающая количество оборотов транспортных средств. Алгоритм апробирован на основе фактических данных логистической компании, что подтвердило его применимость и позволило обосновать снижение совокупных затрат за счёт оптимизации структуры автопарка.

Ключевые слова: транспортная логистика, грузовые перевозки, рефрижераторные перевозки, выбор подвижного состава, многокритериальный анализ, алгоритм принятия решения, критерии выбора, интегральный показатель эффективности, количество оборотов, весовые коэффициенты, оптимизация.

FORMALIZED ALGORITHM FOR SELECTING ROLLING STOCK FOR FULFILLING ORDERS FOR TRANSPORTING REFRIGERATED CARGO

K.O. Fedorova¹, T.A. Menukhova², A.A. Sivov³

*FGBOU VO "Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University",
Russia, 199106, St. Petersburg, Vasilievsky Island, 21 line, 2.*

The work is devoted to the development of a formalized algorithm for selecting rolling stock for refrigerated transportation. A system of significant indicators has been formed, appropriate weighting coefficients have been determined, and an integrated calculation model has been implemented that takes into account the number of vehicle revolutions. The algorithm was tested on the basis of data from a logistics company, which confirmed its applicability and made it possible to justify the reduction in total costs due to optimization of the vehicle fleet structure.

Key words: transport logistics, freight transportation, refrigerated transportation, selection of rolling stock, multi-criteria analysis, decision-making algorithm, selection criteria, integral performance indicator, number of turns, weighting factors, optimization.

Введение. В современных условиях функционирования транспортной отрасли особую актуальность приобретает задача обоснованного выбора подвижного состава, используемого для выполнения грузоперевозок. Оптимизация парка подвижного состава посредством осуществления рационального выбора не только способствует повышению технологической надёжности перевозки, но и позволяет существенно снизить совокупные логистические издержки. Наиболее остро эта проблема проявляется в сегменте, требующем особого подхода к организации перевозок, — речь идёт о транспортировке рефрижераторных

грузов, где применение специализированного подвижного состава и соблюдение строго регламентированных условий является обязательным.

Интенсификация научного интереса к данной проблеме обусловлена совокупностью объективных факторов. Стабильный рост объёмов перевозок скоропортящихся грузов усиливает потребность в надёжной системе транспортного обеспечения, способной гарантировать сохранность продукции на всех этапах логистической цепи. Наряду с этим, ужесточение требований к условиям перевозки, закреплённых в действующих нормативно-правовых актах, требует применения транспортных средств, соответствующих установленным стандартам.

Активное внедрение цифровых технологий в логистику предопределяет необходимость

EDN OASCEO

¹Федорова Кристина Олеговна – магистрант, тел.: +7(915) 560-68-09, e-mail: kristina.fyodorova2002@mail.ru;

²Менухова Татьяна Анатольевна – доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин, тел.: +7(929) 112-25-17, e-mail: men-ta@yandex.ru;

³Сивов Александр Александрович – доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин, тел.: +7(911) 924-78-88, e-mail: 9247888@gmail.com.

разработки алгоритмических подходов к выбору подвижного состава, ориентированных на интеграцию в автоматизированные системы управления перевозками.

Целью исследования является разработка формализованного алгоритма обоснованного выбора подвижного состава, адаптированного к условиям транспортировки рефрижераторных грузов. Разработанный алгоритм ориентирован на применение в сегменте большегрузного автотранспорта в составе седельного тягача и полуприцепа-рефрижератора, используемого преимущественно на междугородних направлениях, где затраты на эксплуатацию подвижного состава являются наибольшими, а обоснованность выбора транспортной единицы приобретает особую практическую значимость.

Предмет исследования – критериальный аппарат и формализованные алгоритмы выбора подвижного состава для перевозок грузов.

Научная новизна исследования состоит в разработке формализованного алгоритма обоснованного выбора подвижного состава, адаптированного к условиям транспортировки рефрижераторных грузов. Предложенный подход основан на системном анализе научно-обоснованных наиболее значимых показателей работы специализированных автотранспортных средств и их интегрировании в вычислительную схему, учитывающую требуемое количество оборотов подвижного состава для обеспечения вывоза требуемой партии груза.

Материалы и методы. Методы: анализ, дедукция, контент-анализ, системный комплексный подход, статистические методы обработки данных, метод экспертных оценок, методы решения многокритериальных задач.

Материалами исследования являются научные статьи, диссертации и учебная литература, в которых освещена проблематика выбора подвижного состава, критерии выбора автотранспортных средств (в том числе специализированных транспортных средств), методологический аппарат планирования перевозок грузов. Дополнительно в качестве эмпирической базы использовались результаты экспертного опроса, на основе которого проведено априорное ранжирование ключевых показателей работы автотранспортных средств, что позволило определить их значимость при формализации алгоритма выбора подвижного состава.

Анализ существующих подходов. Проблематика обоснованного выбора подвижного состава на протяжении нескольких десятилетий остаётся предметом активных научных исследований. Существенный вклад в её развитие внесли такие учёные, как Д.П. Великанов, А.Э. Горев,

В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, Х.А. Фасхиев, А.И. Воркут, Р.С. Беспалов и Д.И. Нуретдинов. Научное сообщество сходится во мнении, что задача выбора подвижного состава представляет собой комплексную проблему, решение которой требует учёта совокупности критериев и опоры на количественные оценки показателей эффективности, подтверждённые расчётными данными [1,2]. Актуальность данного направления сохраняется и в настоящее время, что обусловлено необходимостью адаптации транспортных решений к меняющимся условиям эксплуатации и требованиям современной логистики [3,4].

Проведенный систематический анализ научных публикаций и практических разработок российских и зарубежных исследователей в области методик выбора подвижного состава позволил выявить ряд существенных проблемных аспектов. Несмотря на то, что большинство исследователей отмечают, что при выборе грузового автотранспорта следует учитывать совокупность технико-эксплуатационных характеристик и экономических показателей, отражающих эффективность функционирования подвижного состава, подходы к определению приоритетных показателей варьируются [5,6,7]. Каждый автор формирует собственный перечень наиболее значимых критериев. Одни исследователи ограничиваются минимальным числом показателей, зачастую не охватывающих все значимые аспекты функционирования транспортного средства, что снижает полноту оценки [8,9]. Другие, напротив, включают чрезмерно детализированные системы критериев, насчитывающие десятки показателей, что затрудняет практическое применение и приводит к перегрузке модели [10,11]. Особенно некорректным является одновременное включение в оценку интегральных показателей и их компонентных элементов, что приводит к дублированию информации, нарушению иерархии критериев и, как следствие, методологически неверной интерпретации эффективности подвижного состава.

Несмотря на наличие показателей, которые систематически выделяются различными авторами — к ним, как правило, относят грузоподъёмность, надёжность, проходимость, экономичность, техническую простоту обслуживания, скоростные характеристики и удобство эксплуатации, — в большинстве проанализированных исследований выбор подвижного состава осуществляется преимущественно на основе статических критериев. Основное внимание сосредоточено на неизменяемых технических и экономических характеристиках, в то время как динамические параметры, отражающие изменение свойств транспортных средств в процессе эксплуатации, либо полностью исключаются, либо затрагиваются поверхностно. Так, в частности, Н.С. Захаровым при

выборе седельного тягача отмечаются показатели: нагрузка на седельно-цепное устройство, масса тягача, мощность двигателя, гарантия, стоимость единицы техники, себестоимость ремонтных работ, а также ресурс до капитального ремонта [12]. Подобная ограниченность подхода снижает точность оценки и обоснованность принимаемых решений, особенно в тех случаях, когда требуется учёт режимной специфики и цикличности работы подвижного состава, как, например, при организации рефрижераторных перевозок.

Среди ключевых авторов, разработавших методические основы по теме выбора подвижного состава, можно выделить Д.П. Великанова, А.А. Чеботаева и Х.А. Фасхиева. Ими предлагаются различные классификации факторов, влияющих на эффективность применения транспортных средств, а также подходы к построению алгоритмов выбора [13,14].

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика ключевых методических подходов, применяемых при выборе подвижного состава.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика ключевых методических подходов выбора подвижного состава

Критерий анализа	Метод Д.П. Великанова (Технико-эксплуатационный подход)	Модель А.А. Чеботаева (Трехуровневая система факторов)	Система Х.А. Фасхиева (Многокритериальный анализ)
Количество учитываемых показателей	9	11	80+
Математический аппарат	Линейные зависимости	Теория множеств	Иерархический анализ + интегральные коэффициенты
Интеграция количества оборотов	Нет (учитывается косвенно через «производительность»)	Нет (отнесено к «эффективности» без формульной связи)	Частично (через удельные затраты)
Экономические показатели	Себестоимость перевозки	Капитальные вложения	NPV, ROI, TCO
Гибкость адаптации	Низкая (жесткие критерии)	Средняя (зависит от экспертных оценок)	Высокая (но требует обработки большого количества данных)
Практическая сложность	Проста в применении	Требуется экспертизы	Трудоемкий сбор данных
Учет специфики рефрижераторов	Только базовые требования	Общие принципы	Частичный

Результаты анализа существующих научных исследований свидетельствуют о методологическом пробеле в существующих подходах: показатель количества оборотов подвижного состава, обладающий высокой значимостью, не интегрирован в структуру алгоритмов выбора транспортных средств. В большинстве случаев его роль сводится к формальному расчету, без включения в систему критериев, непосредственно влияющих на процесс принятия решений. При этом стоит обратить внимание, сравнение различных моделей транспортных средств на основе показателей грузоподъемности или вместимости без сопоставления с числом необходимых рейсов приводит к искаженной оценке их эффективности. Следует подчеркнуть, что увеличение грузоместимости не гарантирует уменьшения количества оборотов даже на одну единицу, что, в свою очередь, снижает достоверность и обоснованность выбора.

Вместе с тем, несмотря на теоретическую значимость и проработанность представленных

методических подходов, их практическое применение в исследуемой сфере рефрижераторных перевозок ограничено. Большинство моделей не учитывают специфические параметры работы специализированного подвижного состава [15,16]. Кроме того, наблюдается отсутствие прямой зависимости между используемыми критериями и реальными условиями эксплуатации, что снижает обоснованность принимаемых решений в конкретных логистических сценариях.

Указанные недостатки обосновывают необходимость формирования нового формализованного алгоритма выбора подвижного состава, адаптированного к задачам рефрижераторной логистики. Такой алгоритм должен учитывать не только технические и экономические характеристики транспортных средств, но и параметры, отражающие условия их функционирования при перевозке рефрижераторных грузов. Важным элементом модели является интеграция вычислительной схемы, позволяющей учитывать необходимое количество оборотов подвижного состава

для выполнения поставленной транспортной задачи с учётом режима доставки и требований к сохранности груза.

Результаты исследования.

По результатам анализа существующих научных исследований был выделен широкий спектр показателей, потенциально влияющих на выбор подвижного состава для грузовых перевозок. Однако их прямое использование без учёта специфики перевозки представляется методологически необоснованным решением. С целью адаптации существующей системы критериев к условиям реализации рефрижераторных перевозок в рамках исследования был проведён экспертный опрос с привлечением специалистов в области грузоперевозок данной отрасли и ученых, занимающихся исследованием данной проблематики. Результаты опроса представлены на рисунках 1-5. На основании результатов опроса была выполнена структуризация показателей: устранены дублирующие элементы, агрегированы схо-

жие по содержанию характеристики и сформированы укрупнённые группы критериев для выбора седельного тягача:

а) техническая составляющая: снаряженная масса седельного тягача ($c_{1.1}$), полная масса седельного тягача ($c_{1.2}$), мощность двигателя ($c_{1.3}$), вид топлива ($c_{1.4}$), общая вместимость топливного бака ($c_{1.5}$), запас хода ($c_{1.6}$), периодичность технического обслуживания ($c_{1.7}$), гарантийный срок эксплуатации ($c_{1.8}$), установленный ресурс до капитального ремонта ($c_{1.9}$), наличие датчиков нагрузки на ось ($c_{1.10}$);

б) составляющая комфортности: информативность приборов ($c_{2.1}$), плавность хода ($c_{2.2}$), управляемость ($c_{2.3}$);

в) экономическая составляющая (c_3): стоимость седельного тягача, затраты на топливо, затраты на смазочные и другие эксплуатационные материалы, затраты на приобретение и ремонт шин, затраты на техническое обслуживание, стоимость полиса ОСАГО, сумма транспортного налога.

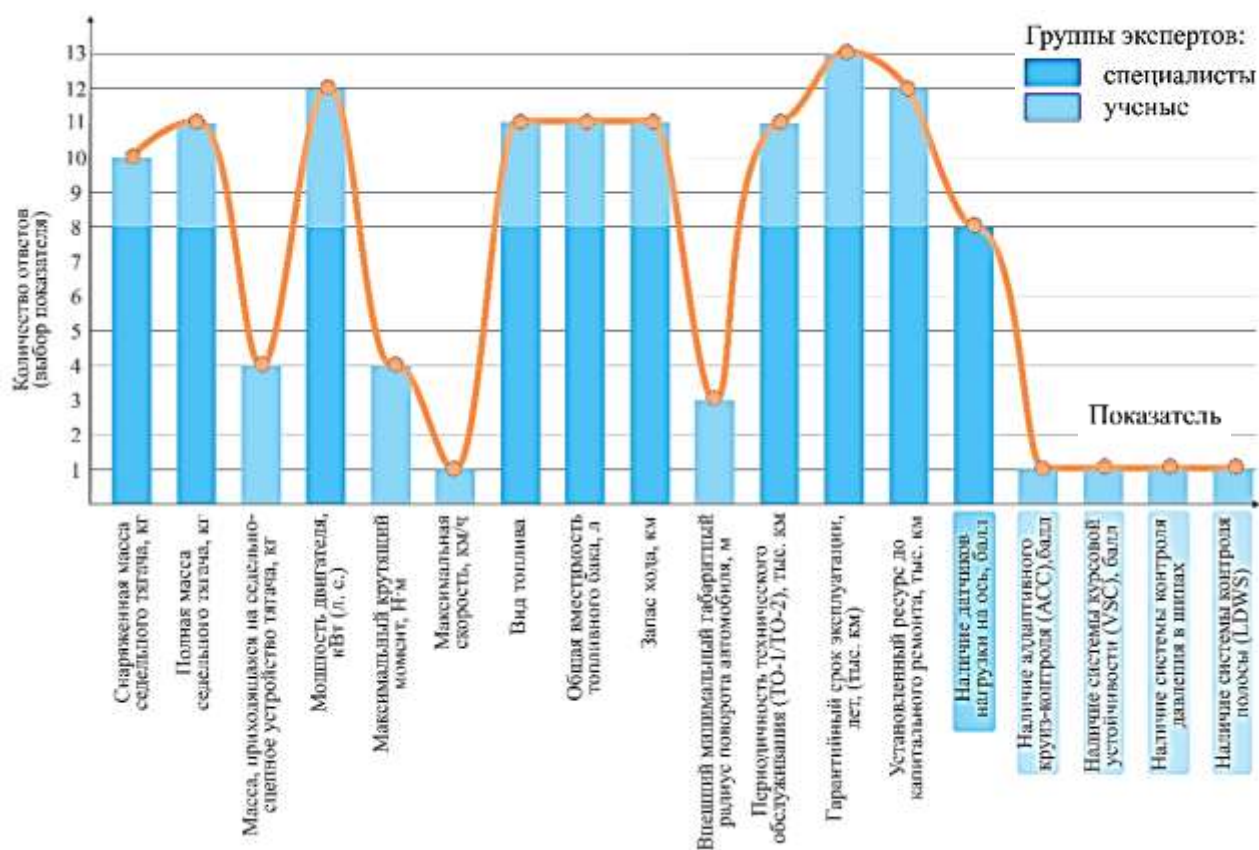


Рисунок 1 – Результаты экспертного опроса по наполнению технической составляющей выбора седельного тягача

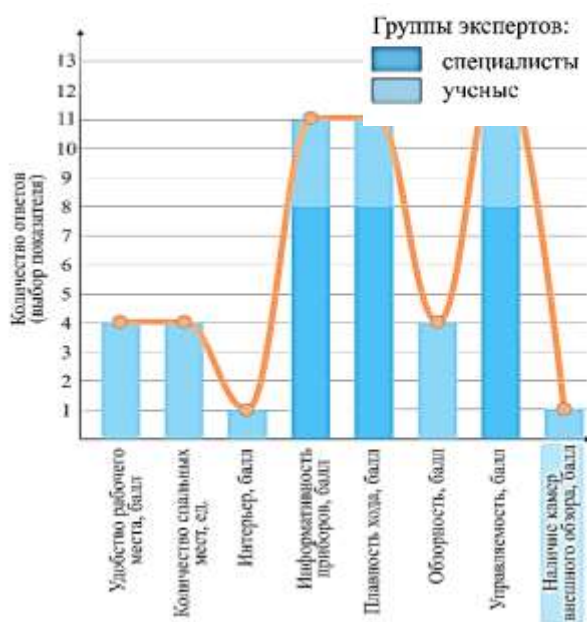


Рисунок 2 – Результаты экспертного опроса по наполнению составляющей комфортности выбора седельного тягача

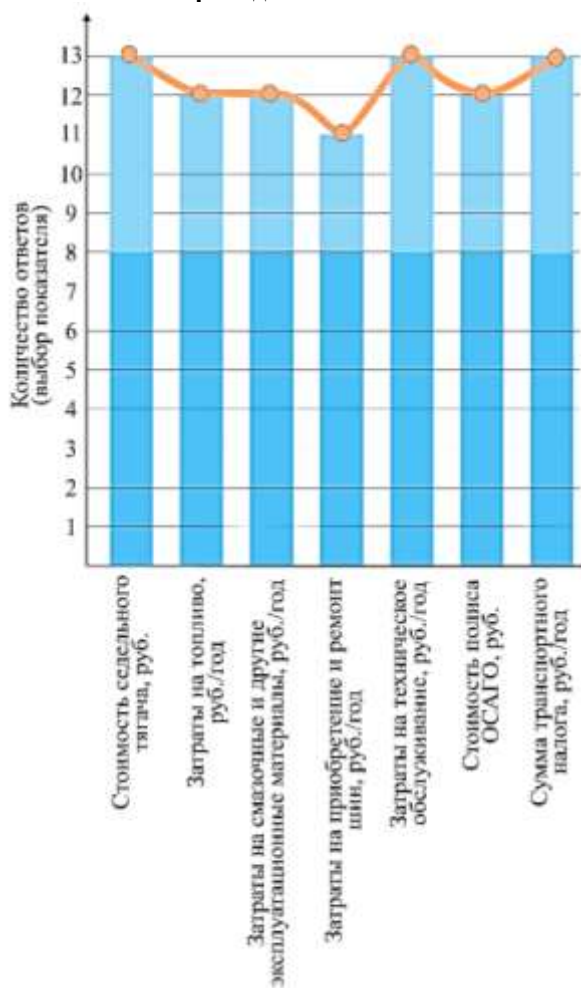


Рисунок 3 – Результаты экспертного опроса по наполнению экономической составляющей выбора седельного тягача

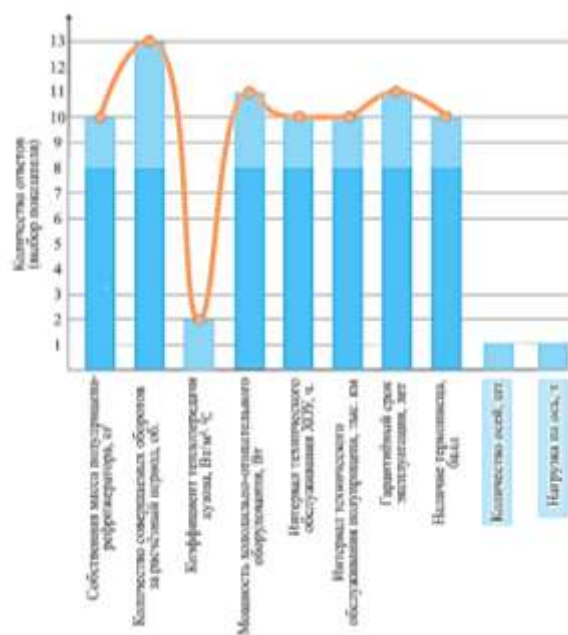


Рисунок 4 – Результаты экспертного опроса по наполнению технической составляющей выбора полуприцепа-рефрижератора

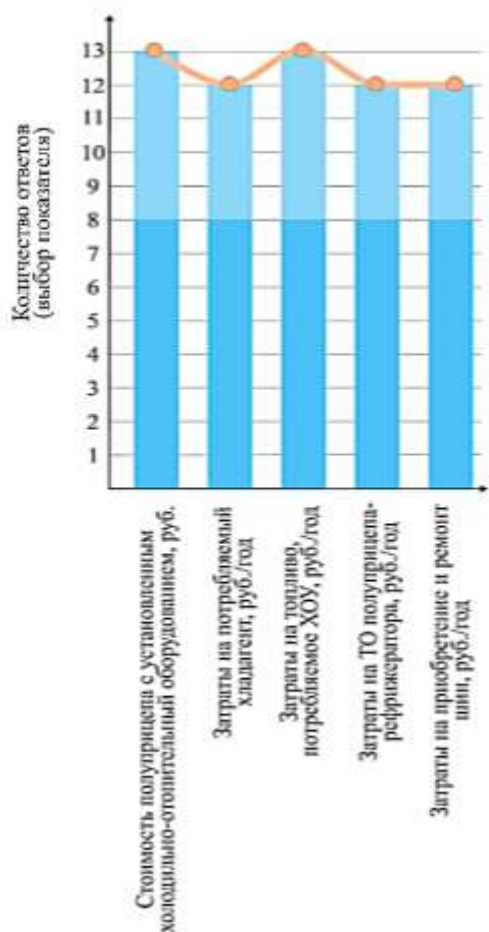


Рисунок 5 – Результаты экспертного опроса по наполнению экономической составляющей выбора полуприцепа-рефрижератора

Для выбора полуприцепа-рефрижератора:

а) техническая составляющая: количество совершаемых оборотов за расчётный период ($c_{1.1}^*$), интервал технического обслуживания холодильно-отопительной установки (далее – ХОУ) ($c_{1.2}^*$), гарантийный срок эксплуатации ($c_{1.3}^*$). Необходимо отметить, показатель количества оборотов рассчитывается на основе грузоместности подвижного состава путем деления общего количества груза на единичную партию;

б) экономическая составляющая (C_2^*): стоимость полуприцепа-рефрижератора, затраты на потребляемый хладагент, затраты на топливо, потребляемое ХОУ, затраты на ТО полуприцепа-рефрижератора, затраты на приобретение и ремонт шин.

Полученная система легла в основу процедуры интегральной оценки, где каждому частному и укрупнённому показателю был присвоен

соответствующий вес с учётом его значимости. Это обеспечило возможность расчёта обобщённого критерия эффективности используемого подвижного состава и его последующего включения в математическую модель выбора. Следует отметить, что экономические показатели, применяемые при выборе седельного тягача и полуприцепа-рефрижератора, не подвергались процедуре распределения весовых коэффициентов. Это обусловлено тем, что все рассматриваемые параметры представлены в стоимостном выражении и обладают эквивалентной значимостью в рамках общей структуры затрат, что исключает необходимость их приоритизации.

Схематическое представление процедуры экспертной оценки для определения весовых коэффициентов частных показателей приведено на рисунке 6.



Рисунок 6 – Схема проведения экспертной оценки для определения веса частных показателей

Расстановка весовых коэффициентов комплексных показателей решалась непосредственно экспертами путем применения метода прямой расстановки [17].

На основании сформированной системы приоритетных показателей и установленных весовых коэффициентов был разработан формализованный алгоритм, реализующий последовательную логику принятия решения при выборе подвижного состава для осуществления рефрижераторных перевозок (см. рисунок 7). Алгоритм предусматривает поэтапное использование ключевых критериев, интегрированных в расчётную модель, что обеспечивает проведение комплексной оценки возможных альтернатив и позволяет обосновать выбор наилучшего варианта в заданных условиях эксплуатации. Структура алгоритма описана ниже.

На начальном этапе осуществляется формализация ограничительных условий, определяемых в зависимости от характеристик транспортируемого груза и специфики представленной транспортной задачи. К таким условиям, в частности, относятся требования к температурному режиму, тип используемой тары, габаритные ограничения и иные технологические характеристики. Выполнение данного этапа позволяет на предварительном уровне исключить из рассмотрения варианты подвижного состава, не удовлетворяющие базовым эксплуатационным требованиям, что обеспечивает определение области допустимых решений при последующем выборе транспортного средства.

Далее соответственно составляется модельный ряд подвижного состава, подходящего под установленные ограничительные критерии. С учётом того, что разработанный алгоритм предназначен для использования в сфере большегрузных автомобильных перевозок, реализуемых посредством сцепки седельного тягача и полуприцепа-рефрижератора, в его структуре предусматривается отдельная процедура формирования множества технически приемлемых моделей тягачей и полуприцепов-рефрижераторов.

На последующем этапе алгоритм разделяется на два направления, соответствующих отдельному вводу значений ключевых показателей: для оценки седельного тягача ($c_{1...n}, c_{2...n}, C_3$) и для анализа полуприцепа-рефрижератора ($c_{1...n}^*, C_2^*$).

Такая декомпозиция позволяет учитывать специфику каждого элемента сцепки и обеспечить обоснованность выбора на уровне отдельных компонентов используемого подвижного состава.

Значения введённых параметров подвижного состава подставляются в ранее разработанный формульный аппарат, включающий интегральное выражение, учитывающее весовые коэффициенты значимости каждого показателя. Далее осуществляется расчёт сводного критерия эффективности, после чего проводится проверка условия достижения его максимального значения по сравнению с альтернативными вариантами, входящими в допустимое множество. В случае, если рассчитанное интегральное значение показателя эффективности является максимальным среди всех допустимых альтернатив, соответствующая модель подвижного состава передаётся на следующий этап алгоритма. В противном случае осуществляется повторный ввод значений показателей для оценки иных вариантов.

При положительном результате расчёта эффективности осуществляется проверка технической совместимости выбранной модели седельного тягача и соответствующего полуприцепа-рефрижератора. В случае подтверждения совместимости данная сцепка рассматривается как условно оптимальная, и для неё производится расчёт совокупных экономических затрат на выполнение перевозки. При выявлении несоответствия осуществляется дополнительный расчёт: к ранее выбранному оптимальному элементу подбирается наиболее эффективная модель из числа совместимых — аналогично как для тягача, так и для полуприцепа. На завершающем этапе осуществляется сравнение двух возможных сцепок: (1) оптимального тягача с наиболее подходящим полуприцепом-рефрижератором и (2) оптимального полуприцепа-рефрижератора с подобранным к нему седельным тягачом. Сравнительная оценка осуществляется на основе величины совокупных эксплуатационных затрат, состоящих из семи статей затрат: на заработную плату водителей, на топливо, на смазочные и другие эксплуатационные материалы, на приобретение и ремонт шин, на техническое обслуживание и текущий ремонт подвижного состава, на амортизацию подвижного состава, накладные расходы. Предпочтение отдаётся варианту с минимальным значением данного показателя.

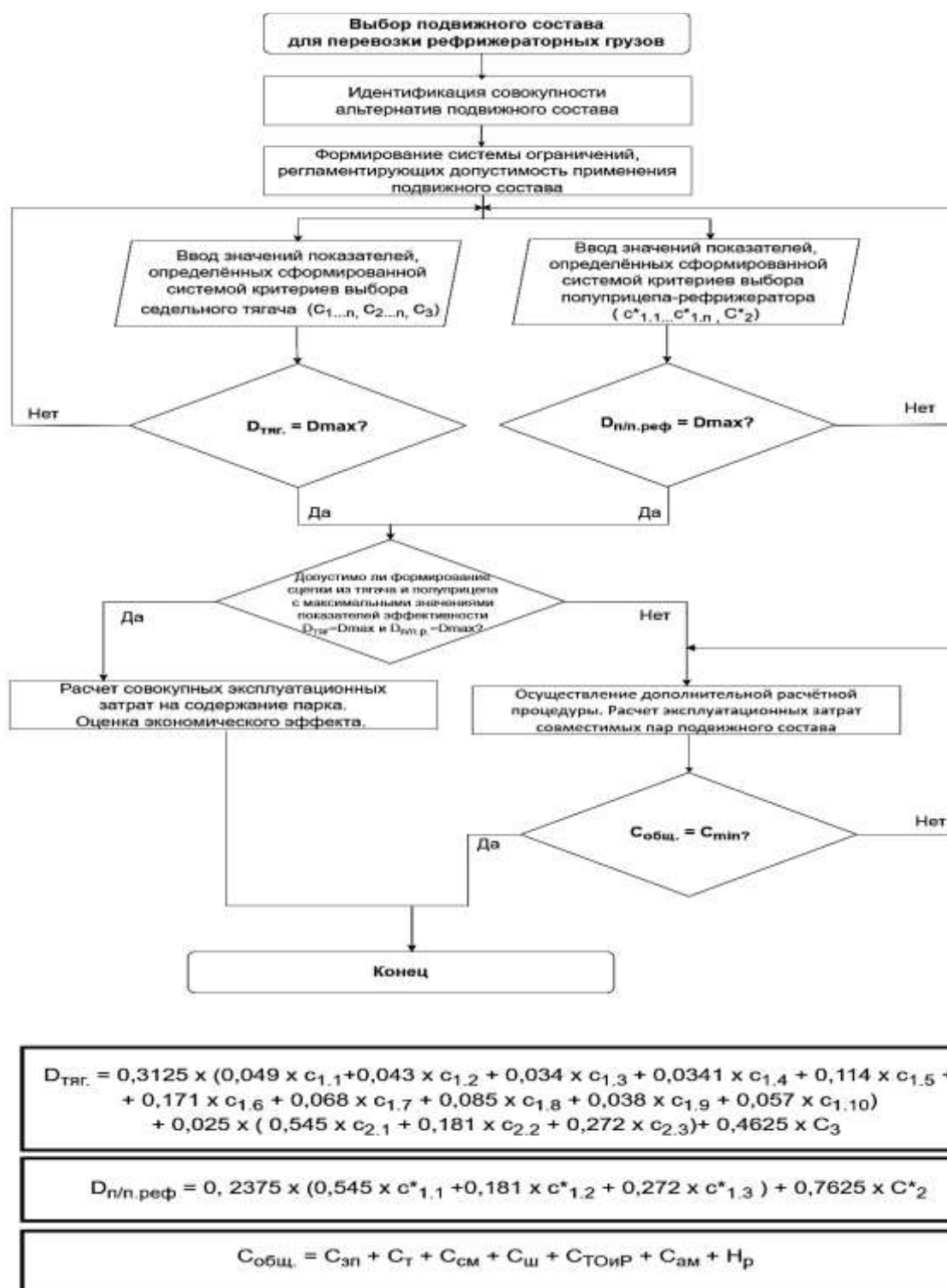


Рисунок 7 – Формализованный алгоритм выбора подвижного состава для выполнения заказов на перевозку рефрижераторных грузов

Для верификации работоспособности и прикладной ценности разработанный алгоритм был апробирован на основе реальных данных, предоставленных компанией ООО «Славянка-Снаб», осуществляющей в рамках реализации своей деятельности междугородние перевозки рефрижераторных грузов (кондитерских изделий). В рамках апробации были использованы сведения

о номенклатуре перевозимых товаров, характеристиках подвижного состава, маршрутах, а также экономических затратах на эксплуатацию транспортных средств. Полученные результаты подтвердили применимость алгоритма к задачам выбора подвижного состава в условиях реального логистического процесса и продемонстрировали его эффективность при оптимизации совокупных затрат на транспортировку.

Применение разработанного алгоритма в рамках расчётного примера позволило определить оптимальную конфигурацию подвижного состава, при эксплуатации которой достигается

экономический эффект в размере 259 млн руб./год (см. рисунок 8).

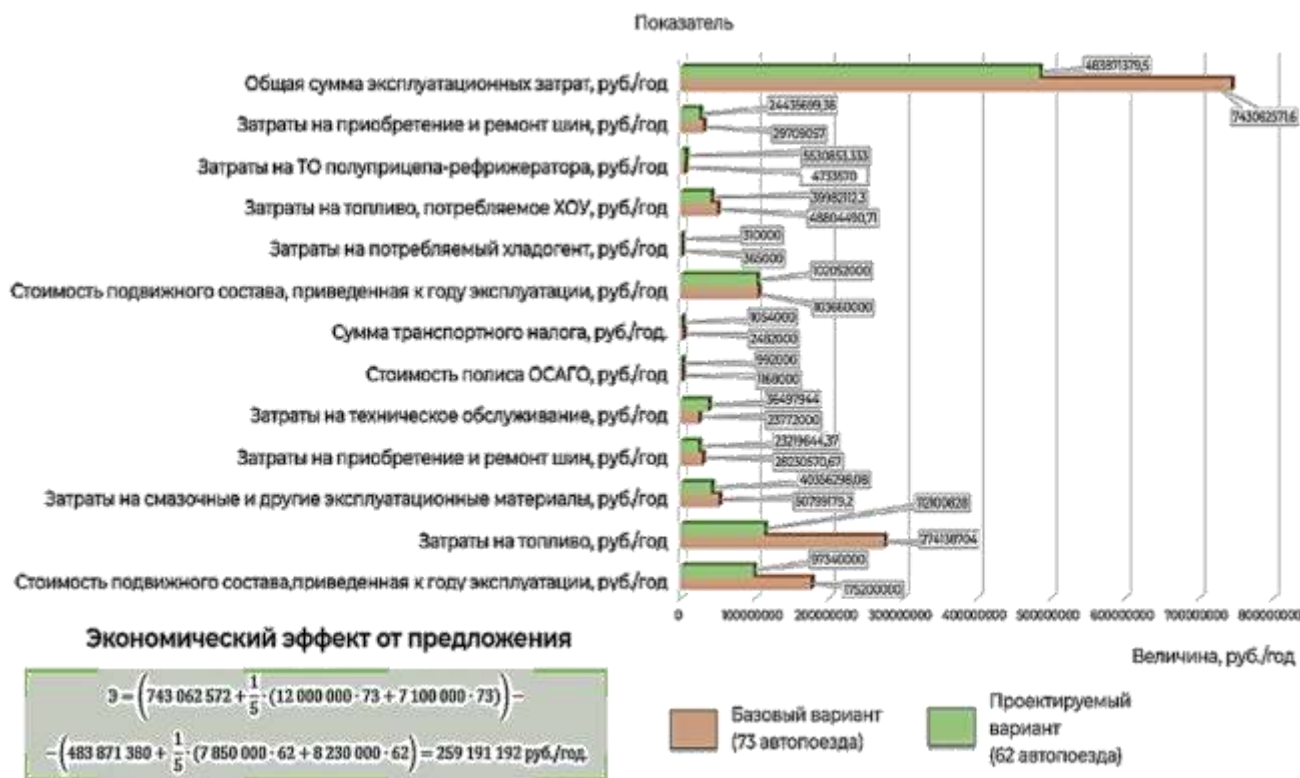


Рисунок 8 – Сопоставление совокупных экономических затрат в базовом сценарии и при применении формализованного алгоритма выбора

Обсуждение и заключение

Практическая значимость результатов исследования состоит в следующем:

1. Алгоритм позволяет выбирать подвижной состав с наиболее подходящими характеристиками и экономическими параметрами, минимизируя переменные эксплуатационные затраты.

2. Вычислительная схема учитывает необходимое количество оборотов подвижного состава, что позволяет выполнить перевозку минимальным количеством рейсов, и соответственно с наименьшими затратами.

3. Положительный экологический эффект обусловлен рациональным планированием перевозок с минимальным количеством рейсов подвижного состава.

4. Алгоритм обеспечивает расчет требуемого количества ресурсов и загрузку подвижного состава, предотвращая нехватку или избыток транспорта.

5. Алгоритм позволяет оперативно корректировать выбор транспортных средств при изменении параметров заказа.

6. Формализованный подход заменяет эмпирический подбор техники, ускоряя принятие решений диспетчерами и логистами.

7. Учет ключевых обоснованных параметров автотранспортных средств снижает вероятность ошибок в подборе подвижного состава, случающихся в виду недостаточной компетентности диспетчеров и логистов. Унифицированный алгоритм снижает разрозненность в работе разных диспетчеров и филиалов. Тем не менее, значимость параметров может быть пересмотрена и адаптирована к иным условиям в зависимости от специфики работы транспортной компании.

8. Возможность интеграции алгоритма в TMS (Transportation Management System) и ERP-систему, снижая зависимость от человеческого фактора и автоматизируя процесс подбора подвижного состава без ручного ввода данных.

9. При реализации алгоритма в программной среде вычислительная схема позволит в онлайн-режиме быстро оценивать варианты и выбирать оптимальный по совокупности учтенных критериев транспортный ресурс.

10. Масштабируемость алгоритма, что позволяет его использовать как для малого автопарка, так и для крупных транспортных компаний, экспедиторов и логистических операторов.

11. Гибкость алгоритма позволяет дорабатывать его под специфику разных типов грузов.

В рамках проведённого исследования сформирован формализованный алгоритм выбора подвижного состава для перевозки рефрижераторных грузов, основанный на интегральной оценке с учётом технических, экономических и эксплуатационных параметров. Включение показателя количества оборотов в систему значимых критериев позволило обеспечить точность разработанной модели. Проверка алгоритма на основе фактических данных подтвердила его прикладную эффективность в задаче минимизации совокупных издержек при организации междугородных перевозок рефрижераторных грузов. Полученные результаты представляют практическую ценность для применения в системах управления логистическими процессами.

Литература

1. Menukhova T., Vyushkova A. Using of regionalization techniques to select optimal routes based on criteria of road features // *Transportation Research Procedia*. 12th International Conference "Organization and Traffic Safety Management in Large Cities", SPbOTSIC 2016, 2017. С. 436-442. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.01.071. EDN: YVLXCD
2. Матвеев А.Г., Менухова Т.А. Подход по учету параметров при применении методов выбора альтернатив в условиях неопределенности // *Мир транспорта и технологических машин*. 2023. № 1-1 (80). С. 119-124. DOI: 10.33979/2073-7432-2023-1(80)-1-119-124. EDN: FJBOSV
3. Менухова Т.А. Автоматизация оперативного управления междугородными грузовыми автомобильными перевозками // *Записки Горного института*. 2015. Т. 211. С. 80-85. EDN: RRLAUM
4. Менухова Т.А. Методика определения потребного количества автомобилей в условиях ограниченного интервала времени доставки груза // *Записки Горного института*. 2014. Т. 209. С. 189-192. EDN: SOALJR
5. Чарьев М.Т. Существующие методы и способы выбора грузового подвижного состава для автомобильного транспорта / М.Т. Чарьев, И. Б. Ахунова // *Автомобильные перевозки и транспортная логистика: теория и практика: Сборник научных трудов кафедры "Организация перевозок и управление на транспорте" (с международным участием) / Под научной редакцией Е.Е. Витвицкого*. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2021. – С. 95-101. – EDN: KTMMDI.
6. Заруднев Д.И. Методология выбора автотранспортных средств при выполнении грузовых перевозок / Д.И. Заруднев. — Текст : электронный // *NovaInfo*, 2016. — № 57. — С. 300-305. EDN: XETFUD
7. Барыкин А.Ю. Влияние эксплуатационных свойств автомобиля на эффективность грузовых перевозок / А.Ю. Барыкин // *Организация и безопасность дорожного движения: Материалы IX всероссийской научно-практической конференции (с международным участием)*, посвящённой памяти профессора, доктора технических наук Резника Л.Г., Тюмень, 16 марта 2016 года. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2016. – С. 36-39. – EDN: VNYOJD.
8. Ларин Д.С. Выбор подвижного состава в средних автотранспортных системах перевозок грузов / Д.С. Ларин // *Актуальные проблемы науки и техники глазами молодых ученых материалы Международной научно-практической конференции*, Омск, 08–09 февраля 2016 года. – Омск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)", 2016. – С. 530-534. – EDN: WAMGGN.
9. Вельможин А.В. Технология, организация и управление грузовыми автомобильными перевозками. Учебник для вузов. – 2-е изд., доп. / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. – Волгоград: Волгогр. Гос. Техн. ун-т, 2000. – 304 с.
10. Фасхиев Х.А. Оценка и выбор подвижного состава по технико-экономическим критериям // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. – 2016. – Т. 15. – С. 921–925. URL: <https://e-koncept.ru/2016/96098.htm?ysclid=m9719c1v8i445143670> (дата обращения: 20.01.2025)
11. Ширяев С.А., Гудков В.А., Миротин Л.Б. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства. Учебник для вузов / Под ред. С. А. Ширяева. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 848 с.
12. Захаров Н.С., Немков М.В., Немков В.М. Методика выбора марочного состава седельных тягачей с использованием интегрального коэффициента // *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. 2021. №6. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-6-88. EDN: IYXXOD
13. Развитие автомобильных транспортных средств: производственно-практическое издание / Под. ред. Д.П. Великанова. – М. : Транспорт, 1984. – 120 с.
14. Чеботаев А.А. Специализированные автотранспортные средства: выбор и эффективность применения / А.А. Чеботаев. – М.: Транспорт, 1988. – 159 с. ISBN 5-277-00129-8
15. Мочалин С.М., Заруднев Д.И. Анализ проблемы выбора подвижного состава в транспортной логистике // *Вестник СибАДИ*. 2008. №7. EDN: PBPZZN
16. Епифанова Е.В. Общая характеристика методов и способов выбора подвижного состава автомобильного транспорта / Е.В. Епифанова // *Актуальные проблемы науки и техники глазами молодых ученых : материалы Международной научно-практической конференции*, Омск, 08–09 февраля 2016 года. – Омск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)", 2016. – С. 747-752. – EDN: WAMHDF.
17. Бородин Ю.В. Метод обоснования требований к рациональной структуре парка автомобилей-такси в крупных городах: диссертация ... кандидата технических наук: 05.22.10 / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2018. EDN: IPPQID.

ОСОБЕННОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ИМПОРТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И МАТЕРИАЛОВ В РОССИЮ

С.В. Булатов¹

*Оренбургский государственный университет,
Россия, 460048, Оренбург, проспект Победы, д. 149, литер А.*

В статье проводится обзор автомобильных запасных частей и материалов, разрешенных к импорту в Россию, необходимые для этого документы, а также рассмотрены факторы, влияющие на сложность поставок запасных частей и материалов. Приведены формулы для расчета общей суммы таможенных платежей при импорте автомобильных запасных частей и масел.

Ключевые слова: запасные части и материалы, дефицит, параллельный импорт, таможенный платеж, автомобиль.

FEATURES OF PARALLEL IMPORT OF AUTOMOTIVE SPARE PARTS AND MATERIALS TO RUSSIA

S.V. Bulatov

Orenburg State University, Russia, 460048, Orenburg, Pobedy Avenue, 149, letter A.

The article provides an overview of automotive spare parts and materials allowed for import to Russia, the necessary documents for this, as well as factors affecting the complexity of the supply of spare parts and materials. Formulas for calculating the total amount of customs payments for the import of automotive spare parts and oils are given.

Keywords: spare parts and materials, shortage, parallel import, customs payment, car.

Введение

Глобальные геополитические события и последовавший за ними уход множества иностранных автомобильных брендов с российского рынка создали остродефицитную ситуацию с запасными частями (ЗЧ) для автомобилей. Это стало серьезной проблемой для автовладельцев, чьи автомобили нуждались в техническом обслуживании (ТО) и ремонте. В ответ на сложившуюся критическую ситуацию российские власти приняли беспрецедентное решение: с 29 марта 2022 года был разрешен параллельный импорт ЗЧ. Это решение стало поворотным моментом, поскольку с 2002 года подобная практика была строго запрещена, и легальный ввоз оригинальных ЗЧ осуществлялся исключительно владельцами торговых марок и официальными дилерами, что существенно ограничивало доступность необходимых комплектующих.

Параллельный импорт фактически означает возможность ввозить в Россию ЗЧ без согласия правообладателей, минуя официальные каналы дистрибуции. Это коренным образом изменило ситуацию на рынке, обеспечив, хотя и не полностью, доступность некоторых ЗЧ к автомобилям таких популярных марок, как BMW и

Lexus. Министерство промышленности и торговли (Минпромторг) России, осознавая масштабы проблемы и необходимость обеспечения ремонтнопригодности автопарка, расширило перечень ЗЧ, разрешенных к параллельному импорту, включив в него ЗЧ для автомобилей Kia и Hyundai, объясняя это значительным количеством автомобилей этих марок, эксплуатируемых российскими гражданами. Это подчеркивает ориентированность государства на решение острой социальной проблемы, связанной с обеспечением населения необходимыми ЗЧ.

Параллельный импорт ЗЧ продлен до 2025 года, но с существенным ограничением. Минпромторг планирует сократить перечень разрешенных к ввозу позиций примерно на 600 наименований. Это свидетельствует о необходимости поиска более устойчивых решений, направленных на восстановление полноценных каналов поставок ЗЧ и возобновление сотрудничества с иностранными производителями. Более того, ситуация может кардинально измениться в случае возвращения на российский рынок автомобильных брендов и производителей ЗЧ. В таком случае, Минпромторг сохраняет за собой право запретить параллельный им-

порт их продукции, чтобы защитить интересы официальных дилеров и предотвратить возникновение недобросовестной конкуренции.

Таким образом, параллельный импорт стал временной, но важной мерой, призванной смягчить последствия ухода иностранных автомобильных брендов и обеспечить бесперебойную работу транспортной инфраструктуры страны.

Однако долгосрочное решение проблемы видится в восстановлении нормальных экономических отношений с зарубежными партнерами и развитии собственного производства ЗЧ.

На рисунках 1а-1г представлены производители автомобилей, ЗЧ и материалов, для которых разрешен импорт ЗЧ в Россию.

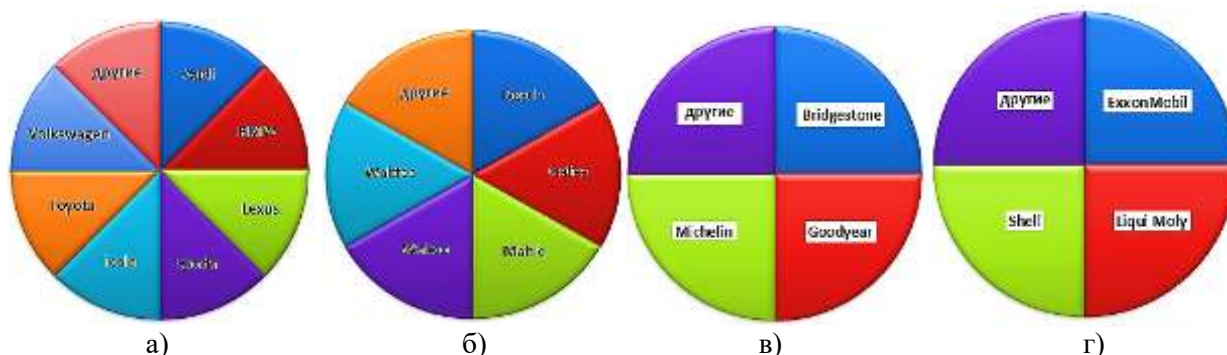


Рисунок 1 – Производители, которым официально разрешен импорт в Россию: а – марки автомобилей; б – производители ЗЧ; в – производители шин; г – производители масел

Список наименований ЗЧ и материалов постоянно корректируется. Так, например, ЗЧ для Renault были убраны из каталога, поскольку гарантийное обслуживание этих автомобилей и поставка ЗЧ теперь полностью в ведении АвтоВАЗа. В последнее время значительно увеличился риск приобретения поддельных оригинальных ЗЧ. К дефицитным позициям относятся лобовые стекла, кузовные элементы и детали оптики. Электронные компоненты (ключи зажигания, электронные блоки управления, системы безопасности и мультимедийные устройства) представляют особую проблему, так как их адаптация к автомобилю часто затруднена или невозможна.

Основная часть

Импорт ЗЧ в Россию – это сложный и многоступенчатый процесс, который требует внимательного подхода и соблюдения всех законодательных норм. В условиях современных экономических реалий, когда параллельный импорт становится все более актуальным, важно понимать, как правильно организовать этот процесс, чтобы избежать проблем с таможенными органами и обеспечить соответствие всем необходимым стандартам.

Первым и основным требованием к ЗЧ, которые ввозятся в Россию, является их соответствие установленным стандартам качества. Это значит, что все ЗЧ должны быть сертифицированы и соответствовать требованиям, предъявляемым к товарам, используемым на территории страны. Важно помнить, что не все производи-

тели могут гарантировать такое качество, поэтому необходимо тщательно выбирать поставщиков и проверять наличие соответствующих сертификатов.

После ввоза ЗЧ в страну они подлежат таможенному досмотру. Этот этап включает в себя проверку документов, подтверждающих законность импорта, а также физическую проверку самих товаров. Таможенные органы могут потребовать предоставить различные документы, такие как инвойсы, сертификаты качества, а также документы, подтверждающие происхождение товара. Невыполнение этих требований может привести к задержкам или даже к отказу в выпуске товаров.

Импорт ЗЧ в Россию также предполагает уплату ряда таможенных платежей. К ним относятся:

1. Таможенные пошлины – это основной вид платежа, который взимается за ввоз ЗЧ на территорию страны. Размер пошлины зависит от стоимости и категории ЗЧ.

2. Сборы – помимо пошлин, импортёры обязаны уплатить различные сборы, которые могут варьироваться в зависимости от типа и объёма ввозимых ЗЧ.

3. Налог на добавленную стоимость (НДС) – это обязательный налог, который начисляется на стоимость ЗЧ. При импорте ЗЧ НДС рассчитывается на основе таможенной стоимости, включая пошлины и сборы.

4. Акцизы – в случае, если импортируемые ЗЧ относятся к определённым категориям това-

ров, таким как масла или другие горюче-смазочные материалы (ГСМ), необходимо уплатить акцизы. Эти налоги могут значительно увеличить общую сумму обязательных платежей.

Расчет общей суммы таможенных платежей при импорте ЗЧ производится следующим образом:

$$C = C_{\Pi} + C_{\text{НДС}} + T_{\text{СБ}}, \quad (1)$$

где C_{Π} – сумма ввозной пошлины для ЗЧ, руб.;

$C_{\text{НДС}}$ – сумма налога на добавленную стоимость, руб.;

$T_{\text{СБ}}$ – таможенные сборы, руб.

Расчет общей суммы таможенных платежей при импорте автомобильных масел производится следующим образом:

$$C = C_{\Pi} + C_{\text{А}} + C_{\text{НДС}} + T_{\text{СБ}}, \quad (2)$$

где C_{Π} – сумма ввозной пошлины для ЗЧ, руб.;

$C_{\text{А}}$ – сумма в размере начисленного акциза, руб.;

$C_{\text{НДС}}$ – сумма налога на добавленную стоимость, руб.;

$T_{\text{СБ}}$ – таможенные сборы, руб.

Таможенный сбор – это плата, которую взимают за выполнение таможенных процедур, таких как выпуск ЗЧ, их сопровождение или хранение. Размер этого сбора определяется в зависимости от таможенной стоимости ЗЧ. Эта стоимость формируется из нескольких составляющих: во-первых, это цена ЗЧ, установленная поставщиком; во-вторых, если имеется, учитывается стоимость страховки; и в-третьих, добавляются расходы на транспортировку ЗЧ до таможенного поста (таблица 1) [5].

Ввозной НДС рассчитывают так: складывают таможенную стоимость, сборы, пошлины, акциз и умножают результат на 20 % [5].

Таблица 1 – Размеры таможенных сборов [5]

Таможенная стоимость товаров, руб.	Таможенный сбор, руб.
до 200 000	1 067
200 001 – 450 000	2 134
450 001 – 1 200 000	4 269
1 200 001 – 2 700 000	11 746
2 700 001 – 4 200 000	16 524
4 200 001 – 5 500 000	21 344
5 500 001 – 7 000 000	27 540
7 000 001 – 8 000 000	30 000
8 000 001 – 9 000 000	30 000
9 000 001 – 10 000 000	30 000
Свыше 10 000 000	30 000

Запасные части для автомобилей в Россию поступают из различных стран. Например, пластиковые бамперы, бабки и контейнеры завозят из Турции, стекла – из Польши, а пластмассовые детали – из Вьетнама. Для праворульных автомобилей ЗЧ поступают из Японии. Однако основным поставщиком автомобильных ЗЧ в Россию является Китай. Обычно ЗЧ из Китая отправляются в сборных контейнерах по железнодорожным путям. Доставка до европейской части России в среднем занимает около месяца. При этом, чем меньше партия груза, тем дольше проходит таможенное оформление, так как все владельцы грузов в контейнере или железнодорожном вагоне вынуждены ждать завершения процедур для последнего груза.

Таблица 2 – Ставки таможенных пошлин и НДС и документы соответствия для автомобильных ЗЧ [5]

Товар	Код ТН ВЭД	Ставка ввозной пошлины	НДС	Документ соответствия, который нужно предоставить
Лобовые стекла	70 07 21 200 9	10%	20%	Сертификат соответствия ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств»
Тормозные колодки	87 08 30 9 90 9	5%	20%	Сертификат соответствия ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств»
Стойки амортизатора	87 08 80 350 9	5%	20%	Сертификат соответствия ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств»
ШРУСы	87 08 80 990 9	5%	20%	Сертификат соответствия ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств»

Заключение

На начало 2025 года ситуация с поставками ЗЧ в Россию остается сложной и напряженной. Несмотря на то, что с момента разрешения на параллельный импорт ЗЧ западных автопроизводителей прошло почти три года, полностью решить проблему дефицита ЗЧ не удалось. Некоторые позиции по-прежнему остаются в дефиците или вовсе отсутствуют на рынке, что создает значительные трудности, как для станций технического обслуживания автомобилей (СТОА), так и для владельцев автомобилей.

Хотя расходные материалы, используемые при плановых ТО, стали более доступными, многие критически важные ЗЧ по-прежнему сложно найти. Это связано с тем, что спрос на них значительно превышает предложение, что ведет к росту цен и увеличению сроков ожидания. Владельцы автомобилей сталкиваются с необходимостью задерживать плановые ТО, что, в свою очередь, может негативно сказаться на безопасности и надежности автомобилей.

Основными факторами, негативно влияющими на поставки ЗЧ, являются периодически вводимые новые санкции, волатильность курса рубля и опасения вторичных санкций со стороны зарубежных компаний, действующих через «транзитные» страны. Эти факторы создают неопределенность для поставщиков и дистрибьюторов, что затрудняет планирование и выполнение поставок.

Санкции, введенные против России, продолжают оказывать давление на экономику страны, что приводит к ухудшению условий для ведения бизнеса. Поставщики, работающие с зарубежными производителями, вынуждены искать новые пути для доставки ЗЧ, что также увеличивает сроки поставок и их стоимость.

На протяжении последних трех лет основными поставщиками оригинальных, дефицитных ЗЧ для российского рынка выступали ОАЭ и Турция. Однако в последнее время этот канал существенно сузился. Представители отрасли отмечают, что сроки поставок увеличились примерно вдвое – с одного месяца до двух. Это связано как с внутренними экономическими факторами, так и с изменениями в международной политике.

Одним из возможных путей является развитие локального производства ЗЧ, что позволит снизить зависимость от иностранных поставок.

Государственная поддержка таких инициатив может сыграть ключевую роль в восстановлении стабильности на рынке ЗЧ. Также стоит обратить внимание на развитие новых логистических маршрутов и партнерств с другими странами, что может помочь диверсифицировать источники поставок и снизить риски, связанные с санкциями.

Литература

1. Ati.su [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ati.su. URL: <https://news.ati.su/article/2024/07/03/nekotorye-pozitsii-v-printsipe-bolshe-ne-dostupny-kak-sejchas-postavljajut-v-rf-zapchasti-evropejskih-brendov-253517/>. – Дата обращения: 03.02.2025.
2. Autonews [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.autonews.ru. URL: <https://www.autonews.ru>. – Дата обращения: 17.02.2025.
3. IZ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.iz.ru. URL: <https://iz.ru/1409204/vera-kuzmina/naiti-vkhod-parallelnyi-import-avtozapchastei-pokryl-spros-na-50-80>. – Дата обращения: 03.02.2025.
4. Lenta [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.lenta.ru. URL: <https://lenta.ru/news/2024/09/10/zapchasti-dvuh-koreyskih-brendov-razreshili-vvozit-v-rossiyu-parallelnym-importom/>. – Дата обращения: 17.02.2025.
5. Taisu-tb [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.taisu-tb.ru. URL: <https://taisutb.ru/rastamozhka/rastamozhka-zapchastei/?ysclid=m7af91h2z7744344717>. – Дата обращения: 14.02.2025.
6. Ucsol.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ucsol.ru. URL: <https://ucsol.ru/rastamozhka/zapchastei-dvigatelya>. – Дата обращения: 14.02.2025.
7. Автостат инфо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.avtostat-info.com](http://avtostat-info.com). URL: <http://avtostat-info.com>. – Дата обращения: 13.02.2025.
8. Анализ рынка в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.businessstat.ru](http://businessstat.ru). URL: <http://businessstat.ru>. – Дата обращения: 13.02.2025.
9. Коммерсант [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.kommersant.ru. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7048836>. – Дата обращения: 03.02.2025.
10. Рожкова Н.К., Рожкова Д.Ю. Получение конкурентного преимущества в автомобильной промышленности: опыт Китая // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2024. № 2-1. С. 94-99.
11. Шаренкова Т.А. Особенности китайского маркетинга и китайских потребителей в современных условиях / Т.А. Шаренкова, М.В. Никитина // Российско-китайское исследование. 2018. №3/4. С.185-192.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОЧИСТКИ РЕЗЕРВУАРОВ ОТ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Р.К. Хакимжонов¹, О.В. Тюльпина², Д.Н. Фирсов³

*БФУ им. И. Канта, ОНК «Институт высоких технологий»,
Россия, Калининград, ул. Генерал-лейтенанта Озерова, 57*

В статье произведено сравнение распространенных методов очистки резервуаров от донных отложений. Рассмотрены технологии повышения эффективности очистки резервуаров и предотвращения накопления донных осадков. Рекомендовано применять при механизированной очистке поверхностно-активные вещества. Рассмотрены перспективы использования нанодезэмульгаторов, отличающихся от традиционных эмульгаторов размером частиц.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, резервуар, механизированная очистка резервуаров поверхностно-активные вещества, дезэмульгаторы

PROMISING DIRECTIONS FOR THE ORGANIZATION OF TANK CLEANING FROM BOTTOM SEDIMENTS

R.K. Khakimzhonov, O.V. Tyulpina, D.N. Firsov

*BFU named after I. Kant, Educational and Scientific Cluster "Institute of High Technologies",
Russia, Kaliningrad, General-Lieutenant Ozerov Street, 57.*

The article compares the methods of cleaning tanks from bottom sediments. Technologies for increasing the efficiency of tank cleaning and preventing the accumulation of bottom sediments are considered. It is recommended to use surfactants during mechanized cleaning. The prospects of using nanodemulsifiers that differ from traditional emulsifiers in particle size are considered.

Keywords: oil and gas industry, tank, mechanized storage tank cleaning, surfactants, demulsifiers

В процессе транспортировки и хранения любой добываемой нефти в резервуарах неизбежно происходит образование осадков. Этот процесс зависит от физико-химических свойств нефти, температуры, а также от конструктивных особенностей и условий эксплуатации резервуаров. Отложения постепенно накапливаются на стенках и днище ёмкостей, сокращая их полезный объем, затрудняя контроль технического состояния резервуаров и способствуя развитию коррозионных процессов. Распределение нефтяных осадков внутри ёмкости происходит неравномерно, что усложняет процесс их удаления.

Регулярная очистка нефтяных резервуаров от донных отложений является технологически обязательной операцией, периодичность которой регламентируется нормативными документами [1]. Также резервуары для нефтепродуктов следует зачищать по мере необходимости, определяемой условиями эксплуатации.

Методы очистки резервуаров можно разделить на четыре основные категории [5, 6]:

1. Механические методы: удаление отложений с помощью физического воздействия, которое может быть организовано с применением ручного труда или автоматизировано. Для удаления отложений используются:

- Скребки и щетки: используются для механического удаления отложений с поверхности стенок резервуара.

- Вакуумные насосы: применяются для удаления жидкостей и осадков из резервуара. Вакуум создает разницу давления, что позволяет извлекать загрязнения.

- Гидродинамическая очистка: применение струй воды под высоким давлением для разрушения и удаления твердых отложений.

2. Химические методы: использование реагентов для растворения или нейтрализации отложений. Для очистки резервуаров активно применяются такие реагенты, как: растворители, окислители, поверхностно-активные вещества, кислоты и щелочи.

В настоящее время все более активно применяются биodeградируемые препараты. Особенностью применения этих реагентов является то,

что после завершения процесса очистки они разлагаются под действием микроорганизмов.

3. Биологические методы: применение аэробных или анаэробных микроорганизмов для разложения органических веществ.

4. Комбинированные методы характеризуются сочетанием нескольких подходов для повышения эффективности. Например, механико-химическая очистка представляет собой сочетание механического удаления отложений с использованием химических реагентов для более глубокого очищения.

В табл. 1 произведено сравнение методов очистки резервуаров. Выбор оптимального метода зависит от требований к стоимости, скорости и экологичности процесса, а также от типа отложений. Из табл. 1 видно, что наилучший результат обеспечивают комбинированные технологии, но их использование характеризуется высокими денежными затратами.

Таблица 1 – Сравнительный анализ методов очистки резервуаров

Критерий Метод очистки	Ско- рость	Стои- мость	Без- опас- ность	Эффек- тив- ность, %
Механиче- ский	Высо- кая	Сред- няя	Сред- няя	70-90
Химиче- ский	Сред- няя	Высо- кая	Низкая	80-95
Биологиче- ский	Низ- кая	Низкая	Высо- кая	50-70
Комбини- рованный	Высо- кая	Высо- кая	Сред- няя	90-98

Наиболее распространенным методом очистки резервуаров в настоящее время остается механическая очистка, которая часто используется в комбинации с химическим методом. Как было указано выше, механическая очистка резервуаров может быть организована с помощью применения ручного труда или как автоматизированный (механизированный) процесс. Несмотря на то, что ручной метод очистки создает значительный риск для здоровья и безопасности производящих очистку людей и требует вывода резервуара из эксплуатации, на сегодняшний день ручная очистка резервуаров от нефтешламов остается наиболее распространенным методом очистки. Так, по данным на 2020 год, отношение ручной очистки к механизированной составляет 9:1 [4].

Для повышения эффективности очистки резервуаров и предотвращения накопления донных осадков возможно использовать следующие технологии:

- регулярную механическую очистку с использованием вакуумных насосов или гидродинамических систем,

- системы автоматической очистки, которые работают в режиме реального времени и предотвращают накопление отложений,

- поверхностно-активные вещества, в том числе деэмульгаторы, которые разрушают эмульсии и способствуют разделению фаз, обеспечивая высокую эффективность очистки.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) играют важную роль в очистке резервуаров от различных загрязнений. ПАВ широко используются благодаря их способности снижать поверхностное натяжение на границе раздела фаз, что облегчает процесс очистки и повышает ее эффективность. Основные типы ПАВ:

1. Анионные ПАВ: Эффективны для удаления органических загрязнений, образуют эмульсии с маслами.

2. Неионные ПАВ: Универсальны, менее чувствительны к условиям, хорошо работают в сочетании с другими ПАВ.

3. Катионные ПАВ: используются для дезинфекции, менее эффективны при высоких концентрациях нефтешлама.

4. Комбинированные средства: Смеси различных типов ПАВ для повышения эффективности.

В настоящее время все больше внимания уделяется биоразлагаемым ПАВ, чтобы минимизировать воздействие на окружающую среду. Также следует учитывать требования местного законодательства относительно использования химических веществ.

В настоящее время в России разработан новый тип нанодезэмульгаторов, отличающихся от традиционных эмульгаторов размером частиц. Нанодезэмульгаторы являются реагентами комплексного действия за счет способности помимо разрушения эмульсий также выступать ингибиторами коррозии и парафинообразования [3]. Эти вещества также обладают повышенной поверхностной активностью, что позволяет им эффективно разделять фазы и способствовать осаждению твердых частиц. Как правило, реагенты такого типа рекомендуется использовать на начальной стадии технологической цепочки получения товарной нефти, но перспективы их применения шире.

На рис. 1 показано сравнение эффективности применения нанодезэмульгаторов в сравнении с деэмульгаторами, используемыми в нефтяной отрасли. Повышенная эффективность деэмульгирования при использовании нанодезэмульгаторов связана с особенностью межмолекулярных взаимодействий в их жидких товарных формах и подтверждается разницей в применении реагентов в виде обычных молекулярных форм и в виде наномодификации (рис. 2).

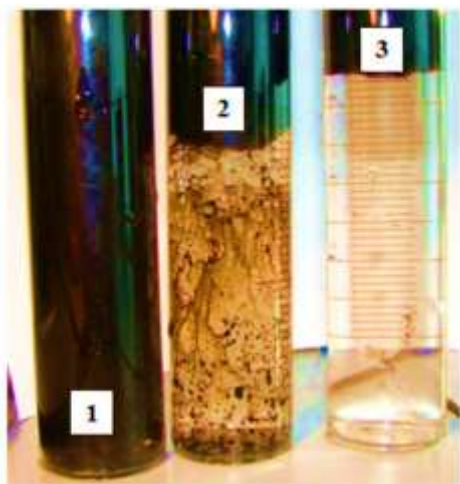


Рисунок 1 – Внешний вид естественной 50% водо-нефтяной эмульсии после выдержки ее в термостате с температурой 50°C в течение 1,5 часа:

1 – без деэмульгатора; 2 – с используемым деэмульгатором, подобранным под данную нефть по применяемой методике «BOTTLE TEST»; 3 – с нанодеэмульгатором с дозировкой в 2 раза ниже [2]

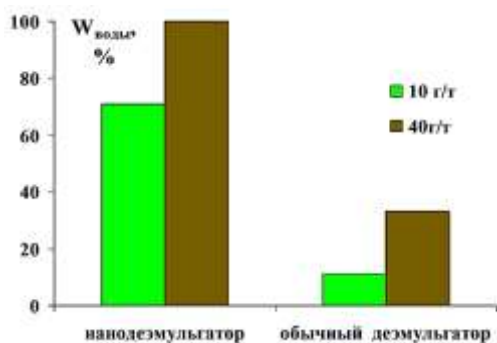


Рисунок 2 – Влияние "наномеханизма" деэмульгирования на количество воды (W_{вод}), выпадающей из водонефтяной эмульсии через 1 час после ввода реагента при двух разных дозировках (10 г/т и 40 г/т) в обычном молекулярном состоянии и в виде наномодификации [2]

Принципы действия нанодеэмульгаторов:

1. Наноструктурирование: нанодеэмульгаторы имеют размеры на уровне нанометров, что позволяет им эффективно взаимодействовать с молекулами загрязняющих веществ. Их высокая поверхность и активные центры способствуют более интенсивному взаимодействию с каплями эмульсий.

2. Снижение поверхностного натяжения: нанодеэмульгаторы снижают поверхностное натяжение между фазами, что облегчает разрыв капель эмульсии и способствует их коалесценции.

3. Стабилизация: после разрушения эмульсии нанодеэмульгаторы могут стабилизировать

образовавшиеся капли, предотвращая их повторное объединение, что упрощает последующее удаление загрязнений.

Таким образом, нанодеэмульгаторы возможно эффективно использовать для удаления нефтяных загрязнений из резервуаров, что упрощает процесс механической очистки.

Преимущества использования нанодеэмульгаторов:

1. Высокая эффективность: нанодеэмульгаторы способны разрушать даже устойчивые эмульсии, которые не поддаются обработке традиционными реагентами.

2. Экономичность: снижение расхода реагентов за счет высокой активности наночастиц.

3. Экологическая безопасность: многие нанодеэмульгаторы имеют низкую токсичность и легко утилизируются.

4. Универсальность: возможность применения для различных типов нефти и условий хранения.

5. Снижение эксплуатационных затрат: уменьшение частоты очистки резервуаров и продление срока их службы за счет антикоррозионного действия добавок такого типа.

Перечисленные преимущества обуславливают новые возможности для повышения эффективности очистки резервуаров. Особый интерес представляет возможность интеграции нанотехнологий с автоматизированными системами контроля и управления процессом очистки.

Литература

- ГОСТ Р 58623 – 2019. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные. Правила технической эксплуатации. – М.: Стандартинформ, 2019. – 79 с.
- Комплексное обеспечение нефтепромышленными нанореагентами технологических процессов получения товарной нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://s.siteapi.org/bd6f411869160c7/docs/32d6695fde2daabbfdc9f720f81c629e5b0306d9.pdf>
- Нано-реагенты деэмульгаторы серии "ТНД" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nt-tek.ru/tnd>
- Полосин Р. А. Революционные инновации в очистке нефтехранилищ // Нефть. Газ. Новации. – 2020. – № 5(234). – С. 38-41.
- Хамроев О. Ж. Теоретические предпосылки к биологической очистке технических объектов от остатков нефтепродуктов // Вестник науки и образования. – 2022. – № 6-2(126). – С. 8-11.
- Чурикова Л. А., Конашева Е. А., Утегалиев А. Т. Обзор современных методов очистки резервуаров от нефтяных остатков // Технические науки в России и за рубежом: материалы V Междунар. науч. конф. (г. Москва, январь 2016 г.). — М.: Буки-Веди, 2016. — С. 71-75.



МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 621.45.038.74; 623.52

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ НАРЕЗНОЙ ТРУБЫ ПРИ ТЕРМОСИЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОТОКА ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ

Г.В. Лепеш^{1,2}, М.В. Басова², М.В. Каляева³

¹*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),
Россия, 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А.*

^{2,3}*АО «Центральный научно-исследовательский институт материалов имени
Д.И. Менделеева», Россия, 191014, Санкт-Петербург, Парадная ул., д.8.*

В статье представлено исследование напряженно-деформированного состояния теплозащитного покрытия поверхности канала нарезной трубы в процессе воздействия на него высокотемпературного потока продуктов горения, в условиях высоких давлений. В результате проведенного исследования определены условия термосилового нагружения теплозащитного покрытия на различных участках поверхности нарезной трубы, выявлены зоны разрушения, приводящие к деструкции защитного поверхностного слоя. Полученные результаты могут быть положены в основу реологической модели разрушения теплозащитного покрытия при прогнозировании периода эксплуатации нарезной трубы.

Ключевые слова: теплозащитное покрытие, продукты горения, температура, давление, напряжения, деформации, деструкция, фрагмент.

THE STRESS-STRAIN STATE OF THE PROTECTIVE COATING OF THE THREADED PIPE UNDER THE THERMAL FORCE ACTION OF A HIGH-TEMPERATURE GAS INFLUENCE PRODUCTS

G.V. Lepesh, M.V. Basova, M.V. Kalyaeva

*Sankt-St. Petersburg State University of Economics (SPbGEU),
Russia, 191023, St. Petersburg, nab. Griboyedov Canal, 30-32, letter A.
D.I. Mendeleev Central Scientific Research Institute of Materials JSC,
8, Paradnaya St., 191014, Saint Petersburg, Russia.*

The article presents a study of the stress-strain state of the heat-protective coating of the channel surface of a threaded pipe during exposure to a high-temperature flow of combustion products under high pressure conditions. Gorenje et al. As a result of the study, the conditions of thermal force loading of the heat-protective coating on various parts of the surface of the threaded pipe were determined, and the destruction zones leading to the destruction of the protective surface layer were identified. The results obtained can be used as the basis for a rheological model of the destruction of a heat-protective coating when predicting the service life of a threaded pipe.

Keywords: heat-protective coating, combustion product, temperature, pressure, stresses, deformations, destruction, fragment.

Введение. Теплозащитное гальваническое покрытие (ТЗП) канала трубы применяют в

комплексе мероприятий, обеспечивающих требуемый ресурс трубы, испытывающей высокоэрозионное воздействие потока высокотемпературных

EDN ORGYCS

¹*Лепеш Григорий Васильевич – доктор технических наук, профессор, руководитель комплекса «А» – главный конструктор по направлению «А», тел, +7 (921) 751-28-29, e-mail: gregoryl@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4160-3292, ScopusID: 57215412255;*

²*Басова Мария Владимировна – начальник сектора отдела «Живучести» тел.: +7 (911) 959-08-10 e-mail: BasovaM@cniim.spb.ru, ORCID: 0000-0002-3216-9391, ScopusID: 57212306491;*

³*Каляева Мария Викторовна – ведущий инженер отдела гальванических и электрохимических технологий, тел, +7 (952) 209-42-22, e-mail: kalyaeva@otdel135.ru.*

продуктов горения (ПГ). Исследованию процессов, приводящих к разрушению и сходу защитного покрытия в цилиндрическом канале трубы, посвящено ряд авторских работ [1 – 7].

Разрушение ТЗП трубы на фрагменты исследовано авторами в работе [7]. В результате были получены зависимости величины фрагментов от условий нагружения для трубы с цилиндрическим каналом. Однако, в случае трубы с нарезками, напряженно-деформированное состояние (НДС) поверхности канала значительно отличается от осесимметричного вследствие рельефной поверхности, образованной чередующимися регулярно нарезками и выступами (рисунок 1).

В работе [8] проведено исследование механического воздействия деформируемого обтюрирующего элемента на деструктурированную поверхность ТЗП. В результате получены кар-

тины распределения напряжений в покрытии, которые поясняют качественную характеристику процесса разрушения и схода защитного покрытия начиная с сечения перехода канала трубы от конической в цилиндрическую часть. Однако количественные характеристики в большей мере определяются формой и размерами фрагментов ТЗП, образующихся в процессе термосилового воздействия ПГ на поверхность канала нарезной трубы.

Основная часть

В данном исследовании получено решение мультифизической задачи термосилового нагружения сечения нарезной 155 мм трубы кратковременным тепловым и силовым импульсами. Значения импульсов нагружения определялись в соответствии с графиками, приведенными на рисунках 2 и 3.

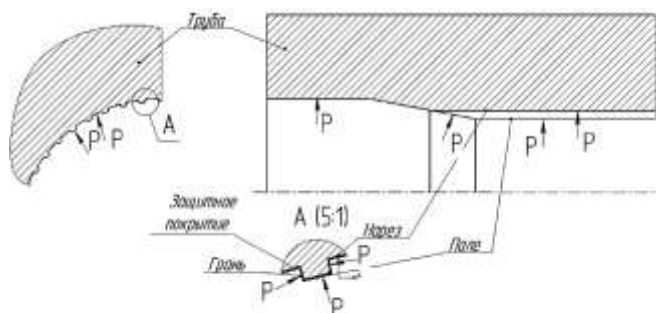


Рисунок 1 – Схема нагружения трубы

Так как значимого влияния НДС на тепловое состояние стенки ствола не выявлено, то решение получено в два этапа. На первом этапе были рассчитаны температурные поля в стенке

трубы, которые на втором этапе были использованы в качестве исходных данных при расчете НДС от теплового воздействия и давления ПГ совместно.

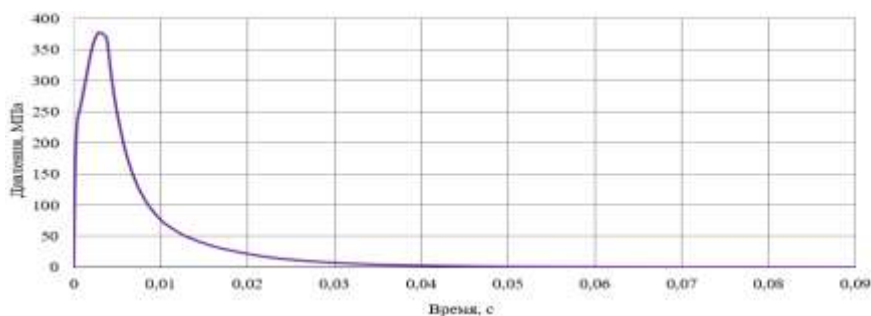


Рисунок 2 – Давление на стенку канала трубы в рассматриваемом сечении

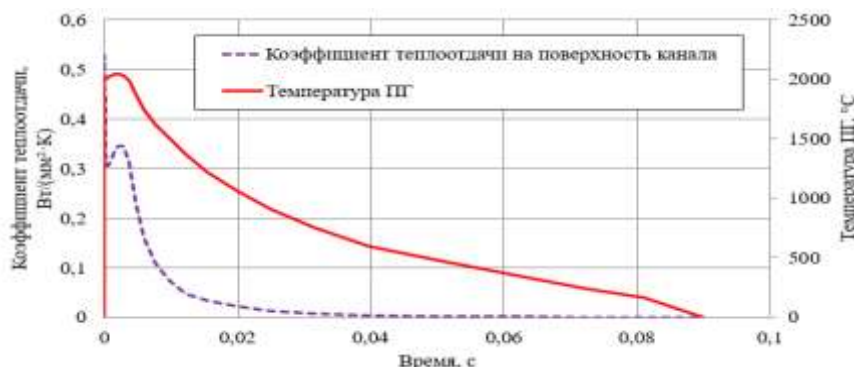


Рисунок 3 – Изменение коэффициентов теплоотдачи и температуры ПГ во время цикла нагружения

Анализ НДС и теплового состояния проводился в четырех характерных зонах (рисунок 4). Результаты оценки теплового состояния середины и ребра поля, а также середины дна нареза и основания выступа представлены на рисунке 5. Распределение температур в момент достижения наибольшей температуры на гранях полей приведено на рисунке 6.

Из результатов следует, что наибольшая температура поверхности канала трубы в середине поля нареза почти на 200 градусов выше, чем в середине дна нареза.

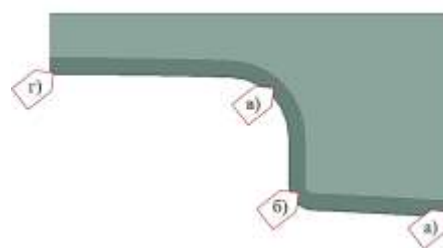


Рисунок 4 – Характерные области сечения нарезной трубы: а) – середина поля выступа; б) – ребро поля выступа; в) – основание дна выступа; г) – середина дна выступа

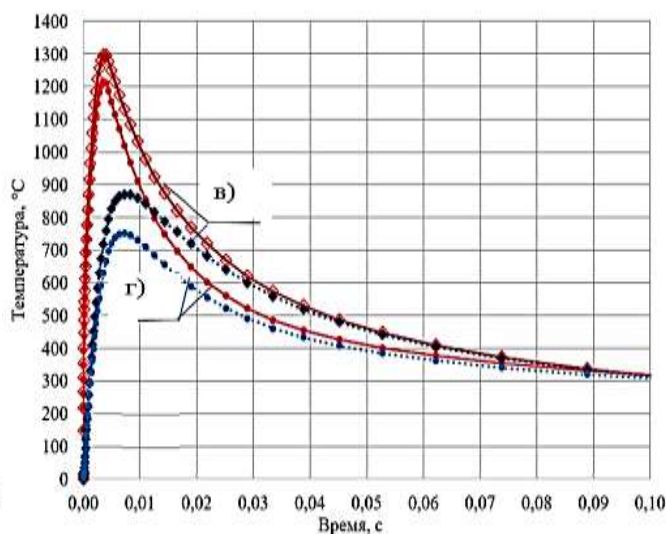
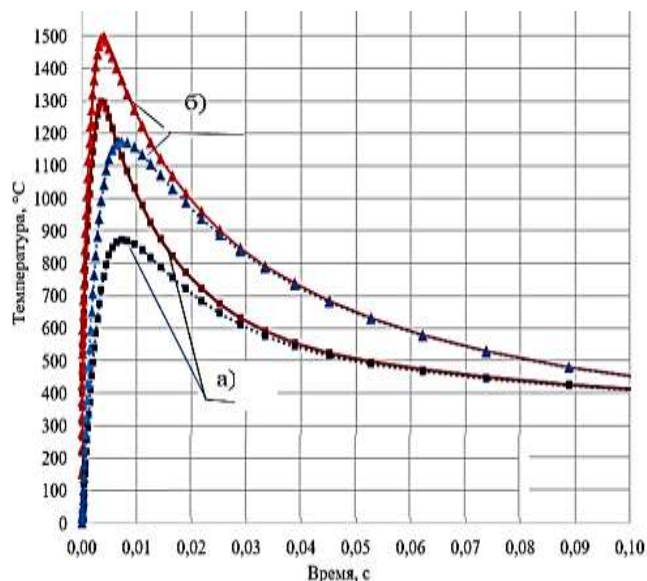


Рисунок 5 – Тепловое состояние покрытия на поверхности канала и на границе с основой

Наибольшие значения температур за время теплового действия цикла наблюдаются на ребре поля выступа, где температура может достичь 1494 °С, наименьшие значения определены при этом у основания выступа (таблица 2). Характерно, что середина поля и дна нарезков имеют практически одинаковую температуру. Равенство получается из-за одинаковых значений вводимых в расчет коэффициентов теплоотдачи и относительно короткого времени процесса, сводящего задачу теплопроводности практически к одномерной.

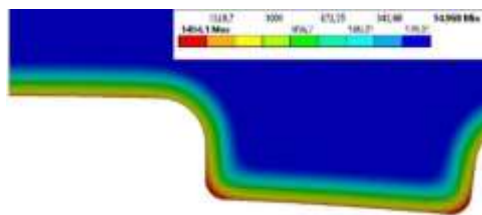


Рисунок 6 – Результаты теплового расчета в момент достижения наибольшей температуры

Геометрия канала с чередующимися нарезками и выступами оказывает, однако, существенное влияние на неравномерное распределение напряжений по сечению трубы. Наиболее выраженный характер неравномерности имеет место у основания выступов, где наблюдается местное увеличение напряжений, вызванное увеличением жесткости перехода основания выступа к сплошной стенке трубы.

Распределение эквивалентных напряжений в момент достижения наибольших значений (0,0038 с), приведен на рисунке 7. Как видно из рисунка 28, поле выступа под воздействием нагрева стремится расшириться, в то же время, основание выступа лишено такой возможности, в результате чего у основания выступа (по нижней грани) формируются избыточные эквивалентные напряжения.

Уровни напряжений у основания выступа, а также в середине поля значительно превышают предел прочности хромового гальванического покрытия (700 – 800 МПа). Что является условием образования трещины в покрытии в указанных местах.

Таблица 2 – Наибольшее значение температур за время теплового воздействия цикла, °С

Значение температуры	В середине поля выступа	В середине дна нареза	На ребре поля выступа	У основания выступа
На поверхности канала трубы	~ 1294	~ 1295	~ 1494	~ 1209
На границе покрытия и основы	~ 871	~ 870	~ 1173	~ 751

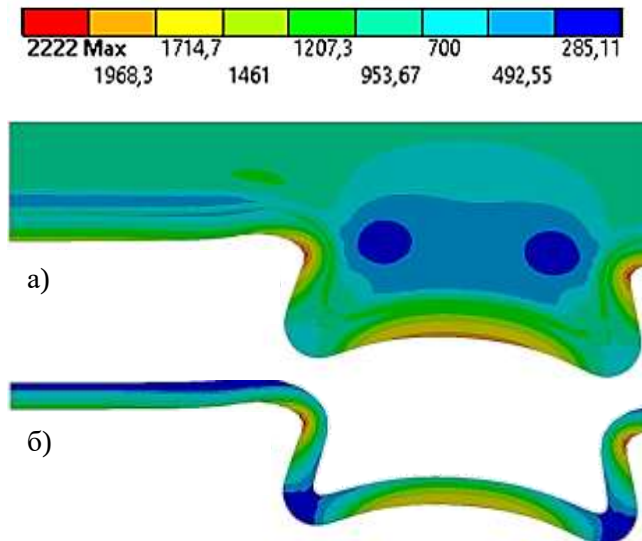


Рисунок 7 – Распределение эквивалентных напряжений в трубе под воздействием нестационарного теплового потока и давления (деформационный фактор при выводе результатов $\times 100$): а) – в приканальной зоне; б) – отдельно в покрытии

На рисунках 8,9 показаны графики изменения напряжений в опасных зонах выступа нарезки.

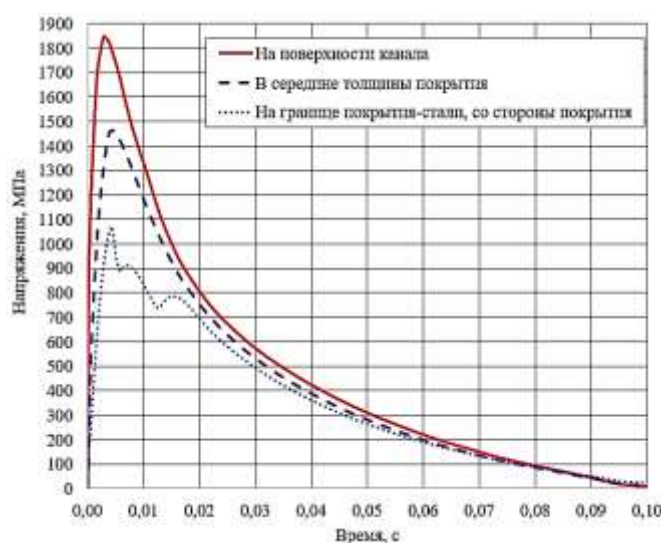


Рисунок 8 – Эквивалентные напряжения в середине поля нареза

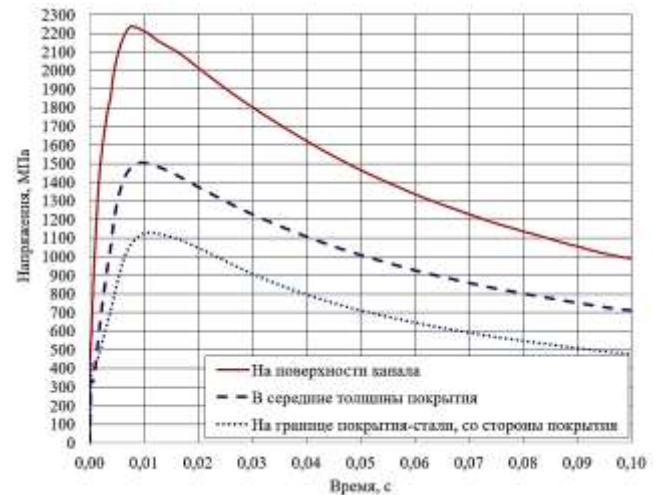


Рисунок 9 – Эквивалентные напряжения у основания выступа нареза

Из приведенных графиков видно, что напряжения изменяются во времени по-разному. Так в середине поля они быстро падают от своих наибольших значений, в то время как у основания выступа изменяются менее интенсивно.

Интенсивность разрушения хромового покрытия определяется схемой нагружения.

На рисунке 11 показаны изменения главных напряжений в покрытии в середине поля.

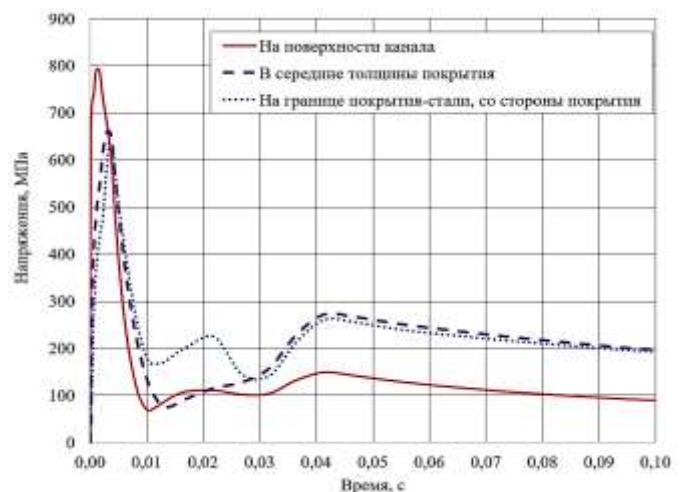


Рисунок 10 – Эквивалентные напряжения в ребрах поля нареза

Из графика следует, что главные напряжения на протяжении всего времени нагружения остаются отрицательными, а их величина и изме-

нение во времени практически полностью определяют интенсивности напряжений. Так, что ТЗП работает в условиях всестороннего сжатия, препятствующего трещинообразованию. Подобные выводы были сделаны и для других, рассматриваемых зон выступов нарезов.

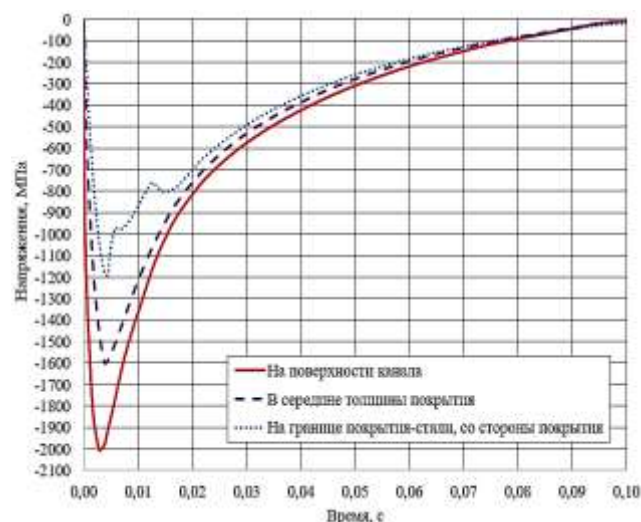


Рисунок 11 – Главные напряжения в середине поля

Для ребер нарезков характерен относительно невысокий уровень напряжений (рисунок 10). Однако их величина практически достигает предела прочности хромового покрытия. Следует также отметить, что в этих зонах достигается наибольшая температура. В расчетах получена ~ 1494 °C на поверхности ТЗП, причем 1173 °C на поверхности стальной стенки, что значительно превышает значения критических точек стали Ас1(Ас3). Такой уровень температуры приводит к полиморфическим превращениям в стальной подложке, способствующем сходу ТЗП.

Заключение

В результате постановки и решения мультифизической задачи нагружения нарезной трубы с ТЗП термосиловым импульсом ПГ исследованы величины температуры и напряжений, а также их распределение в сечении трубы. Результаты численного моделирования показали, что температура и напряжения в ТЗП и приканальном слое стенки трубы распределены неравномерно и достигают критических значений, оказывающих деструктивное влияние на ТЗП и сталь в приканальном слое.

Наибольшие значения температуры достигаются в ребрах выступов нарезков, причем на поверхности стали значительно превышающие значения критических точек стали Ас1(Ас3).

Наибольшие значения напряжений достигаются у основания выступа и в середине поля нарезка. Причем на поверхности канала трубы их значения намного превышают предел прочности материала ТЗП, а на поверхности стали (в данном расчетном случае) достигаются значения близкие к пределу прочности стали.

Несмотря на высокие значения приведенных напряжений, проведенный расчетный анализ показывает, что ТЗП и приканальный слой стальной трубы работают в условиях всестороннего сжатия, что способствует стойкости ТЗП.

Литература

1. Лепеш, Г.В. Разработка и обоснование метода экспериментального исследования стойкости антикоррозионных защитных покрытий газодинамических импульсных устройств. / Г.В. Лепеш, Д.Ю. Латышев, М.С. Черкасов // Техно-технологические проблемы сервиса. - 2014. - №2(28), С.59- 66. EDN: SKEBDX.
2. Лепеш, Г. В. Имитационное моделирование термодинамического воздействия при испытании стойкости защитных покрытий / Г. В. Лепеш, Е. С. Иванова // Техно-технологические проблемы сервиса. – 2016. – № 2(36). – С. 7-17. – EDN WIOYFB.
3. Оценка стойкости термозащитных покрытий при импульсном воздействии высокоэрозионных продуктов горения топливных элементов / Г. В. Лепеш, Е. Н. Моисеев, Д. Ю. Латышев, М. В. Басова // Техно-технологические проблемы сервиса. - 2024. - № 2(68). - С. 33-39. - EDN FAKNQU.
4. Лепеш, Г. В. Оценка теплового состояния стального цилиндра с термозащитным покрытием, нагруженного высокотемпературным тепловым импульсом / Г. В. Лепеш // Техно-технологические проблемы сервиса. - 2023. - № 3(65). - С. 33-39. - EDN XFARPI.
5. Лепеш, Г. В. Оценка напряженно-деформированного состояния термозащитного покрытия канала трубы, нагруженной высокотемпературным силовым импульсом / Г. В. Лепеш, М. В. Басова // Техно-технологические проблемы сервиса. - 2023. - № 4(66). - С. 31-37. - EDN IQPTJX.
6. Лепеш, Г. В. К оценке адгезионной прочности гальванических хромовых покрытий деталей из высокопрочных сталей / Г. В. Лепеш, М. В. Басова, А. Н. Тихомиров // Техно-технологические проблемы сервиса. - 2024. - № 3(69). - С. 11-19. - EDN NWWZEZ.
7. Лепеш, Г. В. Напряженное состояние металлических защитных покрытий в критических условиях нагружения / Г. В. Лепеш, М. В. Басова // Техно-технологические проблемы сервиса. – 2024. – № 4(70). – С. 34-40. – EDN ISZDNQ.
8. Лепеш, Г. В. Оценка напряженно-деформированного состояния деструктурированного защитного покрытия нарезной трубы при контактном воздействии деформируемого обтюрирующего элемента / Г. В. Лепеш, М. В. Басова // Техно-технологические проблемы сервиса. – 2025. – № 1(71). – С. 35-39. – EDN GKWDHB.

ТЕХНОЛОГИИ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ ДВИГАТЕЛЕЙ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В.А. Васильева¹

*Балтийский Федеральный Университет имени Иммануила Канта,
Россия, 236041, город Калининград, ул. Александра Невского, 14.*

Приведен обзор соединений, применяемых для стыковки трубопроводов малого диаметра, устанавливаемых на двигателях коррекции космических аппаратов. Рассмотрены основные типовые конструкции, приведены результаты исследований, выполненных отечественными и иностранными учеными. Выявлены преимущества и недостатки каждого вида соединений, а также произведена оценка возможности их применения на двигательных установках на базе жидкостных ракетных двигателей и электрореактивных двигателей.

Установлено, что наибольшим соответствием требуемым характеристикам обладают штуцерно-нипельные соединения ввиду небольших габаритов, массы, а также способности обеспечивать требуемые показатели герметичности соединения.

Ключевые слова: разъемные соединения, трубопроводы, пневмогидравлические соединения, герметичность, ЖРД, ЭРД.

TECHNOLOGIES FOR CONNECTING PIPES OF SMALL SPACECRAFT ENGINES

V.A. Vasilyeva

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

Was provide an overview of the connections used to connect small-diameter pipelines installed on spacecraft correction engines. The main standard designs are considered, and the results of research carried out by domestic and foreign scientists are presented. The advantages and disadvantages of each type of compound have been identified, and the possibility of their use in propulsion systems based on liquid rocket engines and electric jet engines has been assessed.

It has been established that the fitting-nipple connections have the greatest compliance with the required characteristics due to their small dimensions, weight, and the ability to provide the required tightness indicators of the connection.

Keywords: detachable connections, pipelines, pneumohydraulic connections, tightness, liquid-propellant rocket engines, electric rocket engines.

Введение

Для коррекции орбиты и ориентации малых космических аппаратов и спутников применяются двигатели и двигательные установки на базе электрореактивных двигателей (ЭРД), жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) и газовых двигателей (ГД) [1-4]. Для них характерно наличие множества пневмогидравлических элементов, соединяемых трубопроводами, работающими при высоких давлениях (до 400 кгс/см²).

Для небольших установок применяются бесшовные стальные трубки малых диаметров, не включаемые в государственные отраслевые стандарты. Для них характерен ряд конструктивных особенностей [5, 6]:

- преобладание пространственных элементов над плоскостными;

- наличие упругих деформаций участков трубопроводов в процессе работы двигательной установки;

- выполнение подсоединений непосредственно на изделии;

- малые диаметры (от 1 до 10 мм);

- высокие давления на отдельных участках;

- размещение участков магистралей в стеснённых условиях при плотной компоновке изделия и, следовательно, большое количество мест присоединения трубопроводов к частям изделия.

Они должны отвечать предъявляемым к ним требованиям: прочность и герметичность на максимальных режимах работы, сопротивление монтажным и эксплуатационным деформациям, компенсация монтажных неточностей; сопротивление повышению давления в системах; доступность для выполнения всех работ по монтажу, сварке и испытаниям.

Актуальным вопросом при разработке таких двигателей, а также двигательных установок, является обеспечение технологичности, в частности, при сборке трубопроводов высокого и низкого давлений.

В рамках настоящей работы интерес представляет возможность применения различных типов соединений трубопроводов ЖРД и ЭРД.

Неразъёмные соединения

К неразъёмным относятся соединения, разборка которых невозможна без механического воздействия, приводящего к разрушению (повреждению).

Присоединение трубопроводов к элементам двигательных установок в большинстве случаев осуществляется путём сварки (аргонодуговая, лазерная, орбитальная) или пайки

Данные технологии имеют ряд преимуществ:

- высокая герметичность (так как создается сплошное соединение);
- устойчивость к агрессивным средам;
- возможность соединения труб малых диаметров;
- малый вес.

Надежность неразъёмных соединений выше по сравнению с разъёмными, а их конструкция существенно проще ввиду отсутствия дополнительных элементов (болтов, гаек, шпилек, фланцев и т.д.).

Однако они не позволяют осуществлять быструю переналадку соединения и имеют риск появления дефектов.

В некоторых случаях в процессе сварки трубопроводов могут возникать дефекты, которые трудно обнаружить рентгенографическим контролем ввиду конфигурации сварного шва. Такие несоответствия обнаруживаются только при последующих пневматических испытаниях.

В наиболее общем случае получение отдельно взятого соединения включает в себя следующие операции:

- выполнение сварочных образцов и их подготовка к металлографическому исследованию;
- металлографическое исследование;
- подготовка трубопроводов к сварке;
- сварка трубопроводов;
- рентгенографический контроль;
- пневматические испытания на прочность и герметичность.

Таким образом, на предварительные работы и контрольные проверки может приходиться до 30-50 % времени, затрачиваемого на изготовление изделия.

Кроме того, для отдельных изделий, имеющих в своём составе множество близкорасположенных трубопроводов, выполнение и контроль сварных швов может представлять значительные сложности ввиду затруднения доступа как сварочного, так и испытательного оборудования.

Альтернативой соединению трубопроводов сваркой (пайкой) является применение разъёмных соединений.

Разъёмные соединения

Принятая в научной литературе классификация подразумевает разделение разъёмных соединений по типу конструкции на фланцевые, муфтовые (резьбовые, бугельные, байонетные, штуцерные, клапанные) и сальниковые [7, 8].

Исследованию и проектированию разъёмных соединений посвящены работы таких учёных как Божко Г.В., Погодин В.К., Продан В.Д., Трутаев В.В., Долотов А.М., Домашнев А.Д., Карасев Л.П., Огар П.М., Румянцев О.В., Bickford J., Dekker C.J., Kohmura S., Nishioka K., Stikvoort W.J., Thompson, G и др. [8-12].

Фланцевые соединения представляют собой конструкцию, состоящую из соединяемых участков трубопроводов, фланцев, крепежных элементов, а также уплотнительного элемента (прокладки) из упругого материала.

В промышленности применяются фланцевые соединения, изготавливаемые по ГОСТ 33259-2015. Согласно стандарту, масса фланца Ду15, обеспечивающего герметичность 200 кгс/см², составляет до 2,11 кг. Для соединения рекомендуется применение 4 болтов/шпилек М20.

Масса, затрудненный доступ слесарно-сборочного инструмента, а также размеры соединения делают его применение нерациональным в трубопроводах малых ЖРД и ЭРД.

Муфтовые соединения устанавливаются в соединениях деталей трубопроводов с арматурой, а также трубок между собой. Они состоят из резьбы, нарезаемой на концах труб, контргайки и муфты. Для уплотнения резьбы применяют полимерные материалы, поджимаемые контргайкой.

Одним из частных случаев муфтового соединения является бугельное [13], состоящее из бугеля, размещаемого на концевых частях трубопровода и стягиваемого при помощи крепежа, а также уплотнительного кольца.

ГОСТ Р 55429-2013 регламентирует конструкцию и порядок применения бугельных соединений трубопроводов номинальными диаметрами от 32 мм, что выходит за рамки данной работы.

В то же время в рамках НИОКР, проводимых АО «ИркутскНИИхиммаш», было разработано и продолжается производство бугельных соединений труб номинальным диаметром 20 мм для давлений до 320 кгс/см². В обзоре [7] указывается о сниженной более чем в 3 раза металлоёмкости и, соответственно, массе соединения по сравнению с фланцевым.

Информация об изготовлении бугельных соединений для меньших диаметров соединяемых трубок в научной и методической литературе не упоминается.

Однако если учесть данные [7], предполагаемая масса соединения трубок Ду15 составила бы ~0,70 кг без учёта веса крепежа, что является критичным для применения при сборке двигательных установок.

Штуцерные соединения применяют в трубопроводах высокого и низкого давлений. Они позволяют осуществлять монтаж, ремонт и переналадку в короткие сроки, обеспечивая более высокую технологичность изделия.

Для них характерно наличие резьбы на штуцерах и накидной гайке, от точности выполнения которой зависит герметичность изделия. Для уплотнения применяют прокладки, устанавливаемые между соединяемыми трубопроводами.

Имеются свидетельства о применении штуцерных соединений с уплотняющим элементом (металлическая прокладка по ОСТ 92-8497-93) в пневмосистемах двигателей типов РД 107А/108А для трубопроводов Ду4 [14]. Отмечается, что затяжка штуцерного соединения может выполняться как установленным моментом при помощи динамометрического ключа, так и на заданный угол, определяемый расчётом с учётом шага резьбы и параметров уплотнительного элемента по п. 2.5.5 ГОСТ 19749-84.

В работе [15] экспериментально получено гарантированное обеспечение герметичности соединения при давлении до 82,9 МПа (930 кгс/см²) с учётом угла затяжки 90 град.

Для сравнительной оценки массы учитывается информация табл. 2 ГОСТ 5890-78. Масса соединения трубок Ду15 составляет 0,255 кг, чтократно ниже массы фланцевых и бугельных типов.

Из-за малых габаритов и массы элементов, штуцерные соединения являются привлекательным типом трубопроводной арматуры в двигательных установках, поскольку обеспечивают технологичность при сборке на изделиях.

В байонетных соединениях предусмотрены поворотные крышки или кольца. При затяжке кольцо поворачивается с помощью гидrocилиндра, при этом выступы крышки и кольца совпадают [8].

Несмотря на преимущества, выраженные в быстром сборе-разборе, недостатком соединения является возможность самораскрытия при высоких нагрузках, а также вероятность смещения при сборке, если штыри и пазы окажутся не совмещены должным образом.

Для обеспечения герметичности соединения нуждается в поддержании избыточного давления под уплотнительным элементом, превышающим рабочее на 0,05...0,1 МПа.

Таким образом, применение байонетных соединений может быть нецелесообразно в рассматриваемом случае.

Клапанные и сальниковые соединения применяются для решения специальных задач – управление потоком рабочей среды, обеспечение герметичности технологических элементов оборудования (карманы термопар, датчики) и т.д. Они не могут быть использованы для шататного подсоединения трубопроводов к пневмогидравлическим элементам.

Исходя из вышеизложенного, наиболее привлекательной альтернативой соединениям пайкой или сваркой в двигательных установках являются штуцерные соединения с уплотнительным элементом.

Соединения при помощи вставок из материалов с памятью формы (МПФ)

Термомеханическое соединение трубопроводов при помощи муфт являлось одним из первых применений материалов с памятью формы [16].

Принцип работы заключается в следующем: изначально изготавливается муфта с внутренним диаметром меньше, чем диаметр соединяемых трубопроводов. После чего внутренний диаметр муфты расширяют дорнованием и надевают её на концы трубопроводов. При нагреве она восстанавливает первоначальную форму, в результате чего получается герметичное обжатие трубок.

Подобный тип соединений не требует высокой квалификации у исполнителя, применения специального слесарно-сборочного инструмента или больших трудовых затрат на выполнение соединения.

Негативным аспектом является высокая стоимость и сложность изготовления изделий из сплавов с памятью формы, поскольку МПФ системы Ti-Ni-Fe необходимо деформировать, хранить и устанавливать при криогенных температурах, что технологически неудобно. Однако данный недостаток может быть преодолен путём использования МПФ систем Ti-Ni-Nb, что исследовалось в работах [17, 18].

В работе [16] рассматривались образцы из МПФ систем Ti-Ni-Fe и Ti-Ni-Nb. В ходе исследования и разработки опытной технологии было установлено, что предпочтительнее использование муфт из сплавов Ti-Ni-Nb. Для трубопроводов диаметром 12 мм было получено значение герметичности 60 МПа (611,8 кгс/см²) и прочности 90 МПа (917,7 кгс/см²).

Для сплавов Ti-Ni-Fe у трубопроводов диаметром 14 мм было получено значение герметичности 17 МПа ($173,4 \text{ кгс/см}^2$) и прочности 23 МПа ($234,5 \text{ кгс/см}^2$) [19].

Заключение

В настоящей работе рассмотрены типы соединений трубопроводов для двигателей малых космических аппаратов. Описаны разъёмные и неразъёмные соединения, а также термомеханическое соединение трубопроводов при помощи муфт из материалов с памятью формы.

Приведены преимущества и недостатки упомянутых соединений, которые могут влиять на их выбор при проектировании установок с трубками малых диаметров.

Неразъёмные соединения штуцерного типа представляются перспективными с точки зрения применения в двигательных установках на базе ЭРД, ЖРД и ГД, поскольку обеспечивают требуемые характеристики – небольшой вес конструкции, простоту монтажа, возможность повторной сборки и высокие показатели герметичности, в то время, как другие типы разъёмных соединений (в т.ч. бугельное, фланцевое, байонетное) имеют ряд критических недостатков, ограничивающих их применение.

Сложным аспектом здесь является точность выполнения резьбы в соединении, от которой зависит степень соответствия ожидаемым параметрам, а также выбор материала уплотнительного элемента. Однако этот вопрос может быть решен путем подбора технологии изготовления, а также выбором подходящего типа резьбы.

Литература

1. В.В. Гопанчук, М.Ю. Потапенко. Электрореактивные двигатели для малых космических аппаратов // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта, 2012, выпуск 4, с. 60-67
2. Агеев Ю.И., Панин И.Г., Пегин И.В., Смирнов И.А. Основные достижения в ракетных двигателях малой тяги разработки конструкторского бюро химического машиностроения им. А.М. Исаева // Двигатель. 2014. № 2 (92). С. 24-27
3. Беляев Н.М., Уваров Е.И. Расчёт и проектирование ракетных систем управления космических летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1974. 200 с.
4. Прохоренко И.С., Каташов А.В., Каташова М.И. Газовая двигательная установка коррекции для наноспутников // Вестник Московского авиационного института. 2021. Т. 28. № 2. С. 152–165.
5. Гахун Г. Г., Баулин В. И., Володин В. В. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1989. 424 с.
6. Чередник И. А. Перспективные технологии изготовления трубопроводов жидкостных ракетных двигателей // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017, Т. 1, № 13. С. 194-196
7. К. А. Кузнецов. Актуальность применения бугельных соединений в трубопроводной арматуре высокого давления // Вестник арматуростроителя. 2021. № 4 (66). С. 22-23.
8. Божко, Г. В. Разъёмные герметичные соединения/Г. В. Божко//Вестник Тамбовского государственного технического университета. - 2010. - Т.16., №2. - С.404 – 420
9. Продан, В. Д. Герметичность разъёмных соединений оборудования, эксплуатируемого под давлением рабочей среды: учебное пособие /В. Д. Продан. - Тамбов: Изд - во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. - 280 с.
10. Долотов, А. М. Основы теории и проектирование уплотнений пневмогидроарматуры летательных аппаратов/А. М. Долотов, П. М. Огар, Д. Е. Чегодаев. - М.: Московский авиационный институт, 2000. - 296 с.
11. Карасев, Л. П. Анализ работы фланцевого соединения с помощью критерия жесткости/Л. П. Карасев//Вопросы прочности в химическом машиностроении - М.: НИИХИММаш, 1958. - №21. - С.9 - 20.
12. Dekker, C. J. Improved Design Rules for Pipe clamp connectors / C. J. Dekker, W. J. Stikvoort // International Journals for Pressure Vessels and Piping. - 2004. - Vol.81. - P.141 – 157
13. Трутаева В.В. Методика оптимального проектирования бугельных разъёмных соединений высокого давления. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.
14. И.А. Ганин, А.В. Лаврин. Использование штуцерных соединений по ОСТ92-8497-93 в элементах воздушной системы двигателей РД-107А/108А / Материалы докладов междунар. науч.-техн. конф. 22-24 июня 2016 г. Ч. 2, с. 184-185
15. Лаврин, А. В. Определение нижней границы величины затяжки исполняемых по ОСТ92-8497-93 штуцерных соединений в рабочих условиях пневмосистемы двигателей типа РД-107 / А. В. Лаврин // Известия Самарского Научного Центра Российской Академии Наук. – 2017. – Т. 19, N 1. – С. 48-51
16. Разборные термомеханические соединения трубопроводов муфтами, изготовленными из сплавов с памятью формы систем Ti-Ni-Fe и Ti-Ni-Nb / Н. Н. Попов, В. Ф. Ларькин, Д. В. Пресняков [и др.] // Труды РФЯЦ-ВНИИЭФ. – 2018. – № 23-2. – С. 348-361
17. Лихачев В. А., Шиманский С. Р. Влияние состава композиции TiNiNb на ее свойства и работоспособность. – Л., 1984. Деп. в ВИНТИ 10.12.84, № 7865-84
18. Удовенко В. А., Потапов П. Л., Прокошкин С. Д. и др. Исследование функциональных свойств сплава Ti–45 % Ni–10 % Nb с широким гистерезисом мартенситного превращения // Металловедение и термическая обработка металлов. 2000. № 9. С. 19–22
19. Попов, Н. Н. Новая бессварочная технология соединения конструкционных элементов в устройствах альтернативной энергетики муфтами из материалов с памятью формы / Н. Н. Попов, В. Ф. Ларькин, Е. Б. Суворова // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2007. – № 5(49). – С. 29-34.

ИНДУСТРИЯ 6.0: СОЗДАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ИНСТРУМЕНТАРИЕВ ПРОРЫВНОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ РФ

Н.Х. Сагателян¹, А.В. Бабкин², С.И. Корягин³, И.В. Либерман⁴, П.М. Клачек⁵,
М.К. Либерман⁶

^{1, 3-6} ГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»,
Россия, 236016, Калининградская область, город Калининград, улица А.Невского, дом 14.

² ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая улица, 29.

Представлен фундаментальный базис Индустрии 6.0, основу которого составляет концепция симбиотической интеллектуальной эквилибриум-экономики. Рассмотрены центральные элементы полисистемной тетрады киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0. Представлен нейро-цифровой инструментарий стратегического целеполагания и планирования Индустрии 6.0, разработанный на основе модели нейро-цифрового интеллекта, позволяющий реализовать экспериментальный вариант системно-целевой схемы создания полисистемной тетрады киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0 и перейти к созданию различных типов прикладных цифровых и нейро-цифровых инструментариев прорывного развития промышленных комплексов в РФ. Рассмотрена апробация предлагаемого подхода, методов, моделей и прикладных инструментариев, на примере задачи по созданию принципиально нового типа высокотехнологичного производства лазерносварных труб, на основе киберсоциальной метаэкосистемы Индустрии 6.0 в ведущей в РФ компании ООО «ТЕХНО ТЮБ».

Ключевые слова: цифровая экономика, инновационная деятельность, цифровые экосистемы, искусственный интеллект, геном, индустрия 6.0.

INDUSTRY 6.0: CREATION OF APPLIED TOOLS FOR BREAKTHROUGH DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL COMPLEXES OF THE RUSSIAN FEDERATION

N.H. Sagatelyan, A.V. Babkin, S.I. Koryagin, I.V. Lieberman, P.M. Klachek, M.K. Lieberman
*Immanuel Kant Baltic Federal University,
14 A.Nevsky Street, Kaliningrad, 236016, Kaliningrad Region, Russia;
Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Russia,
195251, St. Petersburg, Polytechnic street, 29a.*

The fundamental basis of Industry 6.0 is presented, which is based on the concept of symbiotic intellectual equilibrium economy. The central elements of the polysystem tetrad of cybersocial metaecosystems of Industry 6.0 are considered. The neuro-digital toolkit of strategic goal-setting and planning of Industry 6.0 is presented, developed on the basis of the neuro-digital intelligence model, allowing to implement an experimental version of the system-target scheme for creating a polysystem tetrad of cybersocial metaecosystems of Industry 6.0 and to move on to creating various types of applied digital and neuro-digital tools for breakthrough development of industrial complexes in the Russian Federation. The testing of the proposed approach, methods, models and applied tools is considered, using the example of the task of creating a fundamentally new type of high-tech production of laser-welded pipes, based on the cybersocial metaecosystem of Industry 6.0 in the leading company in the Russian Federation, TEKHNO TUBE LLC.

Keywords: digital economy, innovation, digital ecosystems, artificial intelligence, genome, industry 6.0.

EDN PAZZDD

¹ Сагателян Нарине Хореновна – руководитель образовательных программ Высшей школы киберфизических систем, старший преподаватель ОНК «Институт высоких технологий», e-mail: NaSagatelyan@kantiana.ru

² Бабкин Александр Васильевич – доктор экономических наук, профессор высшей экономической школы, e-mail: al-vas@mail.ru;

³ Корягин Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, советник руководителя ОНК «Институт высоких технологий» по взаимодействию с индустриальными партнерами, e-mail: skoryagin@kantiana.ru;

⁴ Либерман Ирина Владимировна – кандидат физико-математических наук, директор Высшей школы киберфизических систем. e-mail: iliberman@kantiana.ru;

⁵ Клачек Павел Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры машиноведения и технических систем. e-mail: pklachek@mail.ru;

⁶ Либерман Максим Константинович, e-mail: liberman2003@gmail.com.

*Исследование выполнено при поддержке РФФ, проект 23-28-01316 «Стратегическое управление эффективным устойчивым ESG-развитием многоуровневой киберсоциальной промышленной экосистемы кластерного типа в циркулярной экономике на основе концепции Индустрия 5.0: методология, инструментарий, практика».

Введение

В работе академика РАН В.Л. Квинта и профессора С.Д. Бодрунова [1] отмечено «Шестой технологический уклад – формирующийся в настоящее время комплекс технологий, включающий нано-, био-, информационные и когнитивные технологии, отличительной чертой которого является конвергенция технологий и формирование гибридных технологий при интегрирующей роли информационных технологий (цифровизация, искусственный интеллект, обработка больших массивов информации)». В работе [2] обосновывается важность развития как самой концепции, так и создания комплексов прикладных инструментариев Индустрии 6.0 для обеспечения прорывного развития российской экономики и промышленности. По мнению академика В.Л. Квинта и его учеников [2,3], в настоящее время России заложена прочная стратегическая основа для реализации инновационных инициатив, в том числе и будущей Индустрии 6.0, которая позволит обеспечить технологический суверенитет и ускоренную цифровую трансформацию экономики и промышленности РФ [4].

В развитии данного подхода под Индустрией 6.0 авторами понимается – киберсоциальная метаэкосистема, полученная на основе ЧИМЭ (триада: «человек»–«сверх искусственный интеллект»–«метаэкосистема») конвергенции, функционирующая и самоорганизующаяся в особой среде "Нейросфере". ЧИМЭ конвергенция – это системное ядро концепции Индустрии 6.0, в виде полисистемной (фундаментальные основы данного понятия заложены Г.Б. Клейнером и С. В. Прокопчиной в работе [5]) тетрады нейросферы, основанная на применении ДНК-инженерии киберсоциальных метаэкосистем, а также комплекса когнитивных и синергетических технологий. На рис.1 представлен фундаментальный базис Индустрии 6.0, основу которого составляет концепция симбиотической интеллектуальной эквигибриум-экономики [2].



Рисунок 1 – Фундаментальный базис Индустрии 6.0

В работе [2] рассмотрены фундаментальные основы симбиотической интеллектуальной эквигибриум-экономики, являющейся драйвером прорывного развития экономики и промышленности РФ. В основе симбиотической интеллектуальной эквигибриум-экономики положены принципы «интеллектуально-технологической иммерсивной гиперсвязанности [2]», которые посредством принципиально новых форм интеграции виртуальных двойников человека и машины, на основе симбиотического взаимодействия [2,6], составляют основу создания киберсоциальных метаэкосистем Индустрия 6.0.

Киберсоциальная метаэкосистема Индустрия 6.0 (рис.2), по аналогии с биологическими экосистемами – полисистемное ядро нейросферы, состоящее из сообщества различных типов экосистем НИО.2, Индустрия 5.0/6.0 (социально-экономических, промышленных и т.д.), среды их взаимодействия (нейросферы [7]), системы связей, осуществляющей взаимодействие (обмен нейроцифровой энергией [5]) между ними.

В работе [8] профессор Клейнер Г.Б. на основе экосистемного подхода исследуется понятие и структурные свойства социально-экономических экосистем (рис.3). Профессор Клейнер Г.Б. отмечает: "...баланс распределения ресурсов А, I, S, Т между компонентами тетрады (внутренний AIST-баланс) достигается путем предоставления для каждой подсистемы доступа ко всем ресурсам А, I, S, Т. Внешний AIST-баланс реализуется: по ресурсам пространства и времени – путем постоянного получения из внешней среды (через средовую подсистему) ресурсов S, Т и возврата ресурса Т через объектную подсистему и ресурса S через процессную; по ресурсам активности и интенсивности – путем разового получения проектной подсистемой из внешней среды запаса ресурсов А, I, а также предоставления для внешней среды доступа к этим ресурсам через средовую подсистему"

В работе [9] рассмотрена эволюция экосистемной тетрады Г.В. Клейнера, в рамках которой, на основе применения методов нейро-цифровой трансформации AIST-баланса классической тетрады экосистем Г.Б. Клейнера (рис.3), реализуются структура и функции системной тетрады киберсоциальных экосистем Индустрии 5.0 (рис.4). Исследования системной тетрады киберсоциальных экосистем Индустрии 5.0, представленные в работах [7,9,10] позволили выявить ряд принципиально новых системно-целевых свойств, присущих данному виду киберсоциальных экосистем, например, свойство "Континуума киберсоциальных экосистем [10]", характерного для большого класса стратегизируемых объектов Индустрии 5.0 [7]. В работе [9] рассмотрена системная эволюция классической тетрады экосистем Г.Б. Клейнера на

основе нейро-цифрового подхода и инструментария стратегического целеполагания и планирования Индустрии 5.0.

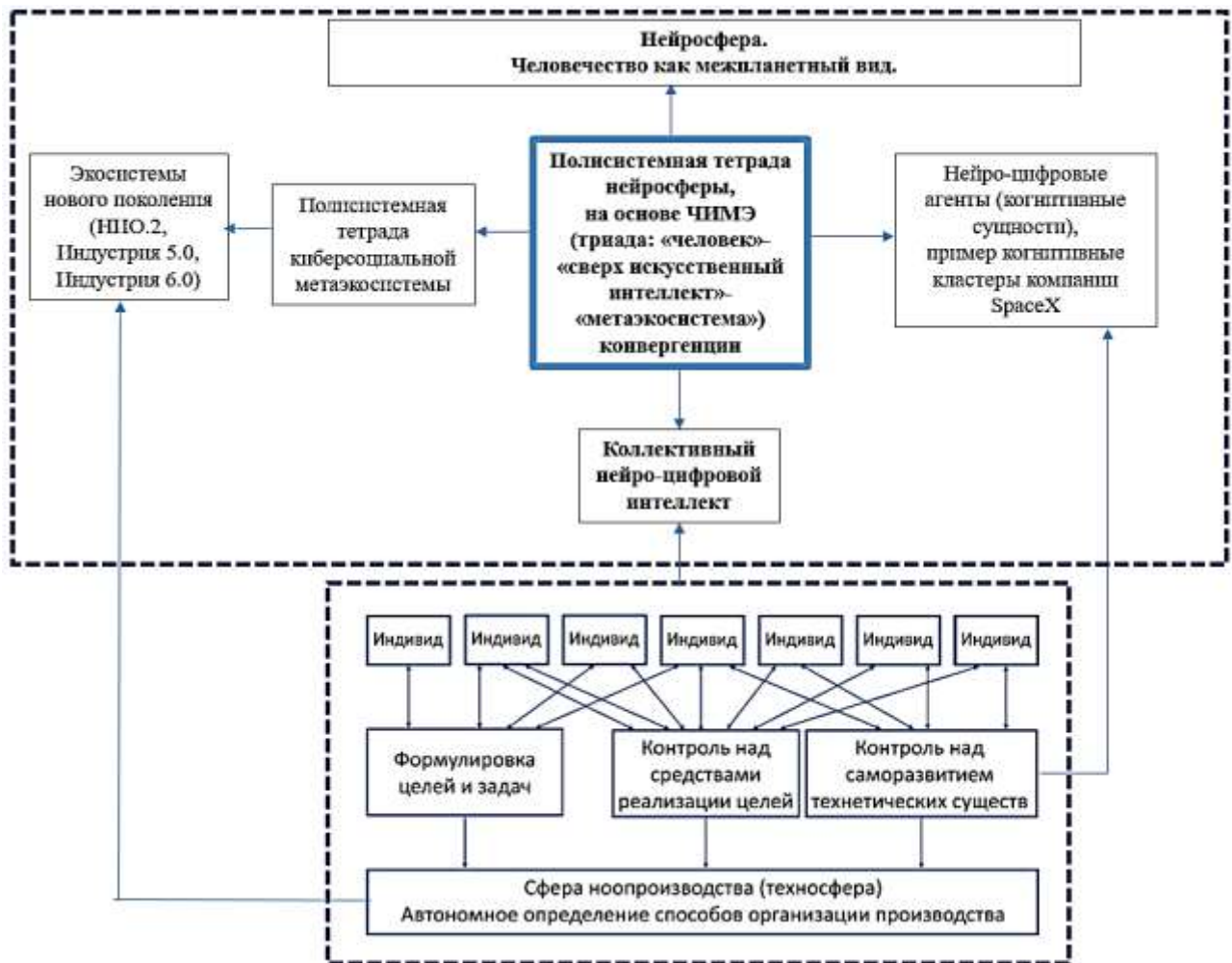


Рисунок2 – Киберсоциальная метаэкосистема Индустрия 6.0

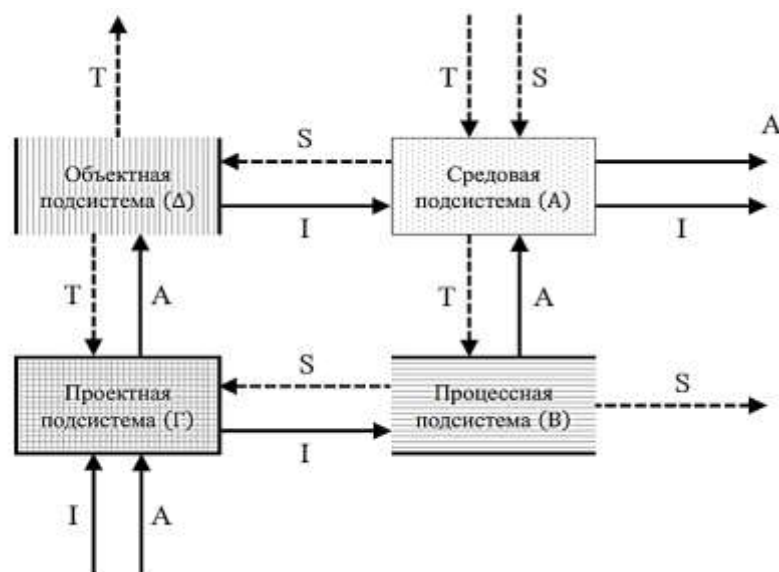


Рисунок 3 – Структура и функции тетрады экосистем [8].

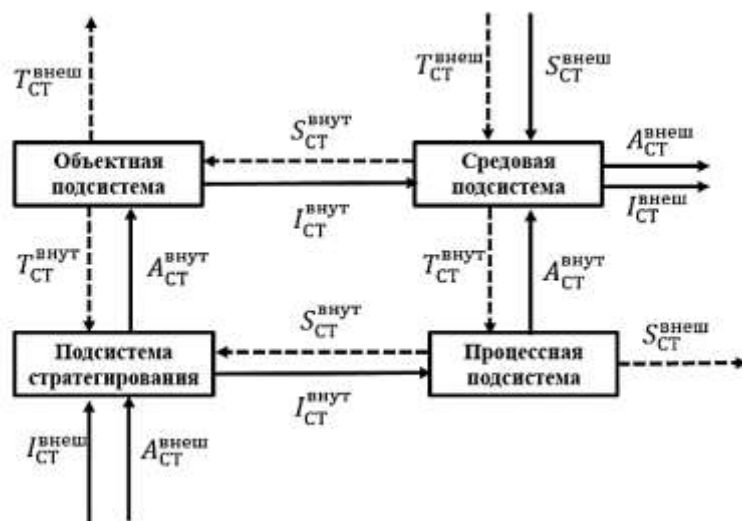


Рисунок 4 – Структура и функции системной тетрады киберсоциальных экосистем Индустрии 5.0 [9].

Развитие фундаментальных основ системной тетрады киберсоциальных экосистем Индустрии 5.0, на основе концепции Индустрии 6.0, основано на создании полисистемной тетрады киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0 (ПТКМ-6.0), состоящей из следующих центральных элементов:

1. Полисистемного подхода, основанного, в соответствии с фундаментальными положениями заложенными Г.Б. Клейнером и С. В. Прокопчиной в работе, на принципах метасистемной нейро-цифровой трансформации киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0.

2. Формальной модели полисистемной тетрады киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0 и соответствующей ей фундаментальной, системно-целевой схеме создания ПТКМ-6.0.

3. Модели нейро-цифрового интеллекта инструментария стратегического целеполагания и планирования ПТКМ-6.0.

4. Метакогнитивной системы управления AIST-балансом полисистемной тетрады киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0 на основе применение базовой модели энергетического ландшафта (AIST-баланс) ПТКМ-6.0.

По аналогии с геной инженерией [11], ДНК-инженерия киберсоциальных метаэкосистем — это раздел научно-прикладного направления «Интеллектуальная инженерная экономика и Индустрия 5.0/6.0 (IEEI_5.0/6.0) [12]», посвященный созданию киберсоциальных метаэкосистем Индустрия 5.0/6.0 с нужными свойствами. Она представлена совокупностью методов, приемов и технологий, позволяющих улучшать существующие наборы полисистемных генов — геномов (полисистемных тетрад киберсоциальных мета-

экосистем (ПТКМ)), и создавать новые. По аналогии с генетическими алгоритмами, в основе которых лежат методы моделирования эволюции [13] (в том числе методы естественной эволюции, такие как наследование, мутации, отбор и кроссинговер и т.д.), методология и технология ДНК-инженерии киберсоциальных метаэкосистем, опирается на подходы и методы генетической инженерии [14], правда в более сложной синергетической, междисциплинарной форме, которая включает в том числе применение принципов конвергентной эволюции [15], а также синергетических и когнитивных технологий характерных для НБИК-конвергенции [15].

В работе профессора Е.В. Шкарупеты [16] утверждается, что обеспечение прорывного развития прорывного развития промышленных комплексов (ПК) РФ, характерного для концепции индустрии 5.0, возможно на основе применения интегрированных цифровых экосистем. На рис. 5 представлена архитектура прикладной, интегрированной, цифровой экосистема, способной обеспечить как указано в работе [16] основу создания принципиально новых типов прикладных инструментариев, способных на качественно новом уровне привести к прорывного развитию и эволюции промышленных и индустриальных технологий в РФ.

Как показали обширные [2,6,7,9,10], в том числе прикладные исследования авторов, для обеспечения прорывного развития промышленных комплексов РФ, в рамках концепции Индустрии 6.0, необходим переход от интегрированных цифровых экосистем (рис.5) к гибридным цифровым экосистемам, характерным для киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0, что и является целью данного исследования.



Рисунок 5 – Интегрированная цифровая экосистема для обеспечения прорывного развития промышленных комплексов РФ [16]

Методы исследования

Как показано в работах [17,18] для уточнения перехода от интегрированных к гибридным системам, в рамках реализации прикладных вариантов предложенной на рис.5, интегрированной, цифровой экосистемы необходимо обратиться к биологическим аналогиям. Одна из неклассических моделей развития – это эволюция путем межвидовой гибридизации, когда возникают сетевые эволюционирующие структуры. В работах профессора Г. Б. Клейнера [8,20], представлен оригинальный подход в области биологической аналогии процессов развития социально-экономических экосистем и биологических экосистем. В рамках данного подхода, впервые в мировой научной практике профессором Г. Б. Клейнером, были сформулированы фундаментальные понятия и эволюционирующие механизмы и структуры социально-экономических экосистем: гомеостаз; поддержание баланса между разнообразием и однородностью, изменчивостью и стабильностью компонентов экосистемы; наличие ядра и защитного слоя и т.д., – аналогичные процессам характерным для биологических экосистем. В биологии гибридизация понимается как особая, наиболее сильная форма интеграции, когда речь идет о соединении в одном организме разнородных наследственных признаков и компонентов.

Иными словами, интеграция в экосистемах выступает как необходимое условие гибридизации (но не наоборот) [17]. Соответственно, гибридная цифровая система, являющаяся основой для реализации социально-экономических экосистем новой формации, на основе применения концепции Индустрии 6.0 – есть система, состоящая из двух или более интегрированных разнородных подсистем, объединенных общей целью или совместными действиями (хотя эти подсистемы могут иметь различную природу и разные языки описания) [21-24].

На первой международной конференции «Гибридные и синергетические интеллектуальные системы: теория и практика (ГИСИС-2012)» (Россия, Калининград) был представлен доклад профессора А.В. Колесникова «Гибридизация, искусство или наука» [25]. В рамках которого впервые в мировой научной практике была проведена аналогия между: H_w -моделью гибридной интеллектуальной системы и моделью электронного строения атома Э. Шредингера для описания состояния электрона в атоме водорода.

В 2016 г. на базе национального университета «Львовская политехника» (Украина) при поддержке ассоциации IEEE состоялась первая международная конференция «Data Stream Mining and Processing» (DSMP'2016). В рамках данной

конференции, в докладе профессора Ю. А. Прокопчука «Квантовая семантика: пути реализации» были подробно рассмотрены формальные основы квантовых семантических волн на основе применения среды радикалов, системоквантов и системопатернов [26].

Объединение данных подходов привело к созданию полиязыковой модели системогенеза киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0 (рис.6)



Рисунок 6 – Полиязыковая модель системогенеза киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0.

В работе [9] рассмотрена формальная модель системной тетрады киберсоциальных экосистем представим в следующем виде:

$$H_{K-B} = < C(L)_{G^a}, G^a, G_i^a, L(\{m_k(f_{ti}^p)\}, \{m_h(f_{ti}^p, f_{ti}^s)\})_{G_i^a} > (1),$$
 где $C(L)_{G^a}$ - среда радикалов полиязыковой модели системогенеза киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0;

G^a - системно-целевой граф G^a стратегизируемого объекта [6];

G_i^a - системно-целевой семантический граф G_i^a куста цели [6];

$L(\{m_k(f_{ti}^p)\}, \{m_h(f_{ti}^p, f_{ti}^s)\})_{G_i^a}$ - полиязыковая динамическая структура (когнитивный фрейм [9]), синетзируемая на основе процедуры генезиса знаний [10].

В работе [10] рассмотрено развитие нейро-экосистемной модели концепции Индустрия 5.0 [7], основанное на переходе от операторов $\Psi_{1...g} \in \Psi$ цифровой трансформации

процедуре генезиса знаний системной тетрады киберсоциальной экосистемы [10]):

$$C(L)_{G_i^{G^B}}: < L(\{g_k^B(f_{ti}^p)\}, \{g_m^B(f_{ti}^p, f_{ti}^s)\})_{G_i^{G^B}} \dots > \xrightarrow{\Pi_{m21} \left(e\{ \mathcal{E}(G_i^{G^B}) \}_{L_i^a, G_i^a, \{T_i^B, S_i^B\}_{G_i^B}} \right)} < \{L_{G_i^{G^B}}, G_i^{G^B}\} \geq \{G_i^{G^B}\} \quad (2)$$

где $G_i^{G^B}$ - системно-целевой граф стратегизируемого объекта, подробно рассмотренный в работах [10], верхний индекс G_i^B означает, что в качестве стратегизируемого объекта выступает мультибелковый комплекс ПТКМ-6.0 [19], получаемый на основе ДНК-модели киберсоциальной метаэкосистемы;

[10] к операторам $\Psi_{1...n}^{\Pi} \in \Psi$ нейро-цифровой трансформации полисистемной ДНК-модели киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0. В настоящее время создание нейро-цифровой, мета-экосистемной модели концепции Индустрии 6.0 и соответствующие ей операторы $\Psi_{1...n}^{\Pi} \in \Psi$ нейро-цифровой трансформации полисистемной ДНК-модели киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0 находятся в стадии разработки и будут представлены в ближайшей научной работе авторов.

В работе [7], в соответствии, с методом стратегирования мышления на основе когнитивной гиперциклической самоорганизации, рассмотрена процедура генезиса среды радикалов, соответствующая модели (1). Развитие данного подхода, на основе полиязыковой модели системогенеза киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0 привело к созданию процедуры нейро-цифрового генезиса ПТКМ-6.0 (аналогичного

$e\{ \mathcal{E}(G_i^{G^B}) \}_{L_i^a}$ - энтропийная энергия [10], затраченная на реализацию процедуры нейро-цифрового генезиса ПТКМ-6.0, при создании мультибелкового комплекса ПТКМ-6.0:

$$(e/E)_U = F_U(\{(e/E)_{\tau} : \tau \in \{L_{G_i^{G^B}}, G_i^{G^B}\}_U, E_{\tau} \in G_i^{G^B}(e_{\tau}), E_U \in G_i^{G^B}(e_U)\});$$

U – системно-целевое управление осуществляемое на основе когнитивных вычислительных процедур $\dot{m}_1 \uparrow - \dot{m}_7 \uparrow$ [9];

$\mathcal{E}(G_i^{G_i^B})$ – эволюционная энтропия $G_i^{G_i^B}$ [9] мультибелкового комплекса ПТКМ-6.0.

Модель (2) позволяет непосредственно перейти к созданию формальной модели ПТКМ-6.0.

Как показано в [9] управление AIST-балансом системной тетрады киберсоциальных экосистем опирается на синергетический принцип подчинения: достижение параметров эффек-

тивности AIST-балансом приведет к автоматическому изменению «свертывания до предельных структур» $C(L)_{G^a}$ (2). Таким образом, метакогнитивная система управления AIST-балансом ПТКМ-6.0, минимизирует энергию на выработку и контроль реализации управления AIST-балансом [9]. На рис.7 представлен экспериментальный вариант системно-целевой схемы создания полисистемной тетрады киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0., разработанный на основе базовой модели энергетического ландшафта (AIST-баланс) ПТКМ-6.0.

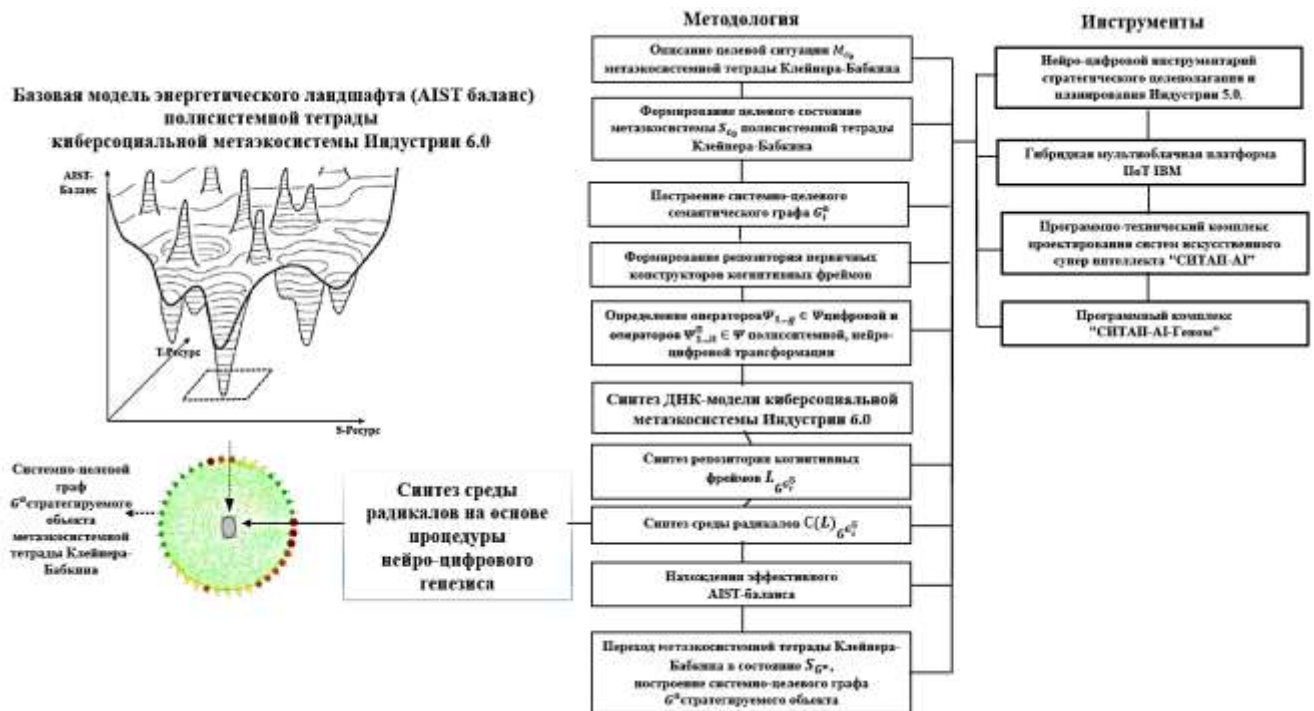


Рисунок 7 – Экспериментальный вариант системно-целевой схемы создания полисистемной тетрады киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0

На рис.8 представлен нейро-цифровой инструментарий стратегического целеполагания и планирования Индустрии 6.0, разработанный на основе модели нейро-цифрового интеллекта [7], позволяющий реализовать, представленный на рис.10 экспериментальный вариант системно-целевой схемы создания полисистемной тетрады киберсоциальных метаэкосистем Индустрии 6.0 и перейти к созданию различных типов прикладных цифровых и нейро-цифровых инструментариев прорывного развития промышленных комплексов в РФ.

Более подробно, с представленным на рис.8 нейро-цифровым инструментарием стратегического целеполагания и планирования Индустрии 6.0, а также с комплексом успешных, прикладных примеров ее реализации в том числе, в

рамках проекта по созданию первой в мире киберсоциальной метаэкосистемы Starbase (компания SpaceX), можно познакомиться в работах [7,9]. В следующем разделе данной статьи будет представлен пример прикладного применения предложенных прикладных моделей и инструментариев, в рамках проекта «Организация в Калининградской области нового экологически сбалансированного наукоемкого инновационного промышленного производства сварных труб специального назначения из нержавеющей марок сталей, титана и жаропрочных сплавов с применением высокоскоростной лазерной сварки и последующей высокопроизводительной термической и химико-термической обработки».

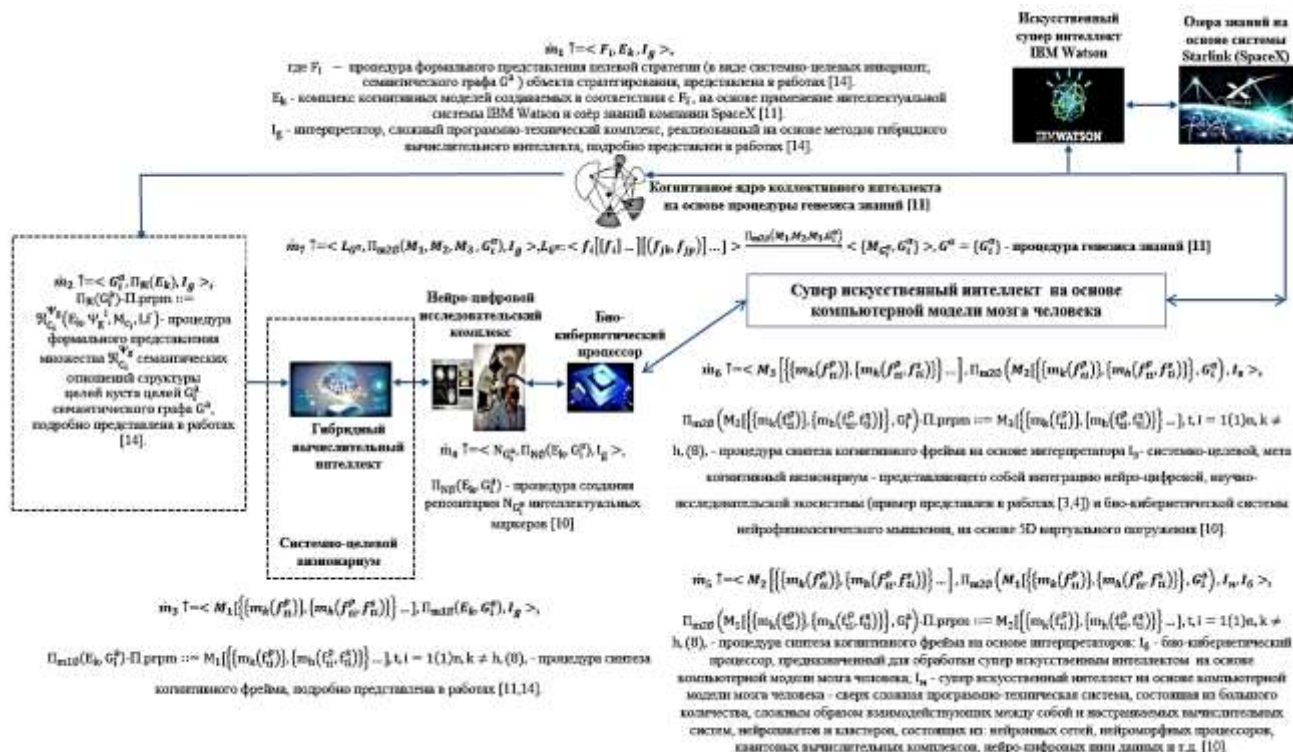


Рисунок 8 – Нейро-цифровой инструментарий стратегического целеполагания и планирования Индустрии 6.0

Апробация и результаты

Параллельно с фундаментальными, теоретическими исследованиями, в рамках проводимых исследований в области фундаментального базиса Индустрии 6.0 (рис.1), важное значение имеет разработка прикладных инструментариев развития промышленных комплексов в РФ. В рамках проекта ПНИЭР (№075-15-2019-1499) по теме «Организация в Калининградской области нового экологически сбалансированного наукоемкого инновационного промышленного производства сварных труб специального назначения из нержавеющей марок сталей, титана и жаропрочных сплавов с применением высокоскоростной лазерной сварки и последующей высокопроизводительной термической и химико-термической обработки», с использованием программного комплекса "СИТАП-АИ" [6], на базе ООО «ТЕХНО ТЮБ» (высокотехнологичное производственное подразделение ГК «Специальные Стали и Сплавы», Калининградская область), были разработаны:

- прикладной вариант нейро-цифрового инструментария стратегического целеполагания и планирования Индустрии 6.0 [7], предназначенный для создания и углубленного исследования полисистемной тетрады киберсоциальной метаэкосистемы Индустрии 6.0 компании ООО «ТЕХНО ТЮБ»;

- тестовый вариант полисистемной тетрады киберсоциальной метаэкосистемы Индустрии 6.0

компании ООО «ТЕХНО ТЮБ», разработанный на основе модели VSM техценоза;

- перспективная гибридная вычислительная модель (рис.9), на гетерогенном модельном поле [17], моделирования закономерностей структурообразования в нержавеющей сталях при лазерной сварки, позволившая разработать и изготовить опытный образец высокотехнологичной системы лазерной сварки нержавеющей труб с применением твердотельного лазера;

- на основе разработанных прикладных инструментариев, в процессе реиндустриализации [16], был создан и реализован экспериментальный вариант киберсоциальной метаэкосистемы ООО «ТЕХНО ТЮБ» (рис.10), на основе которой успешно реализован принципиально новый тип высокотехнологичного производства лазерно-сварных труб (рис.11).

Тестовый вариант инфраструктурной подсистемы системной тетрады киберсоциальной метаэкосистемы Индустрии 5.0. компании ООО «ТЕХНО ТЮБ» был разработан на основе модели VSM техценоза полисистемной тетрады киберсоциальной метаэкосистемы компании ООО «ТЕХНО ТЮБ». Для описания ресурсных свойств AIST-баланса полисистемной тетрады киберсоциальной метаэкосистемы компании ООО «ТЕХНО ТЮБ», найдены условия оптимального (экстремального гомеостатического) состояния, представляющих собой систему интегральных уравнений:

$$\left\{ \begin{aligned} \sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_0^{\infty} W_j(x) dx \right) &= \int_0^{\infty} \Omega(y) dy \cdot \sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} W_j(x) dx \right) = W_{\Sigma} = \text{const}; & \sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_0^{\infty} \omega_j(x) dx - \int_0^{\infty} \mu_j(x) dx \right) &= 0; \\ \sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} \omega_j(x) dx \right) &= \sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} \mu_j(x) dx \right) = \frac{W_{\Sigma i}}{2} = \text{const}; & \sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_0^{\infty} \omega_j(x) dx + \int_0^{\infty} \mu_j(x) dx \right) &= \sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_0^{\infty} W_j(x) dx \right); \\ \int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} W_j(x) dx &= \Lambda(r_{Bi}) \cdot M[W_j(r_{ji})] = W_{\Sigma ji} = \text{const}; \\ r_{ji} &= \int_{r_{Bi}}^{\infty} \Lambda(x) dx; \end{aligned} \right.$$

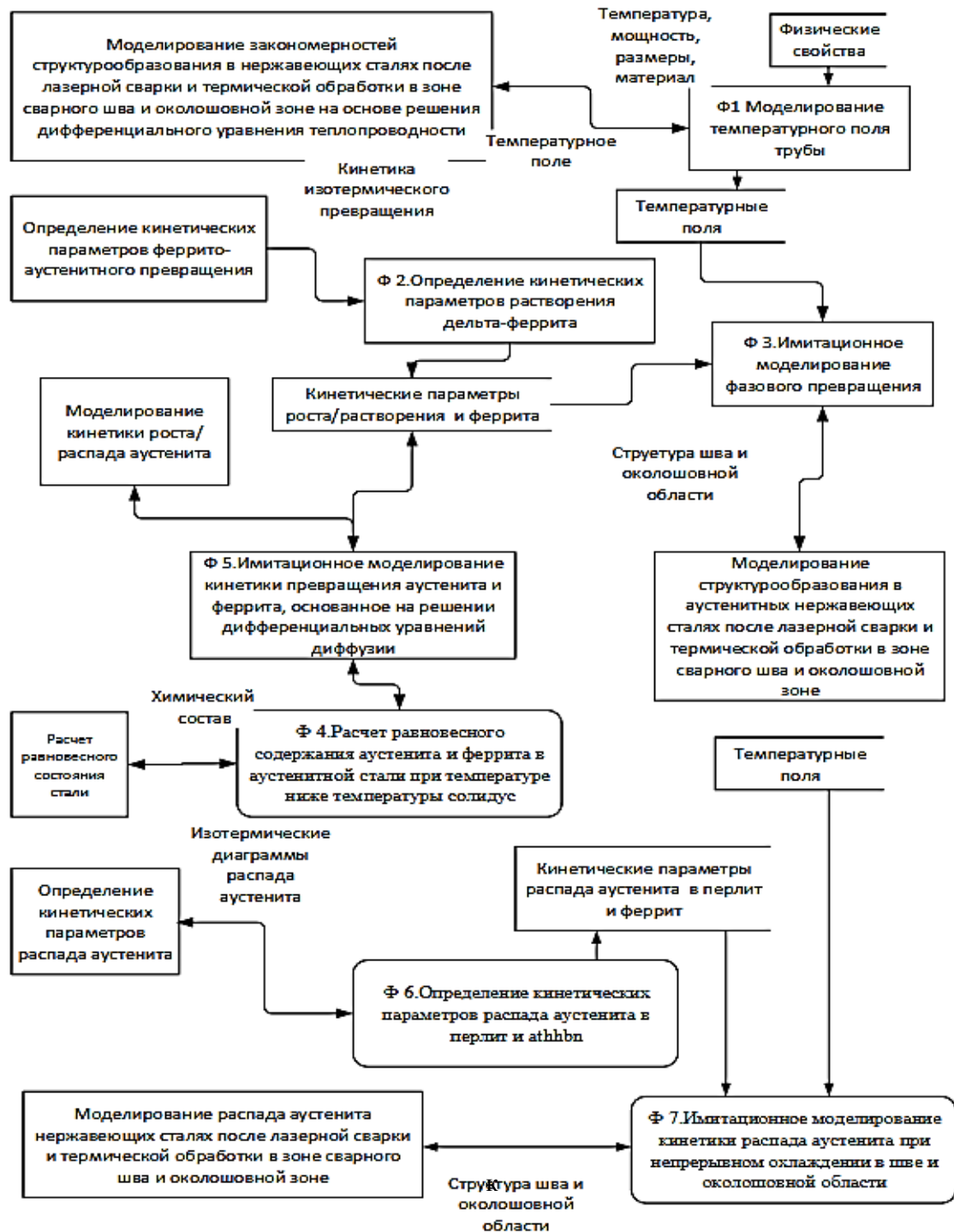


Рисунок 9 – Гибридная вычислительная модель на гетерогенном модельном поле моделирования закономерностей структурообразования в нержавеющих сталях при лазерной сварке



Рисунок 10 – Экспериментальный вариант киберсоциальной метаэкосистемы ООО «ТЕХНО ТЮБ» [19].



Рисунок 11 – Новый тип высокотехнологичного производства сварных труб киберсоциальной метаэкосистемы Индустрии 6.0 компании ООО «ТЕХНО ТЮБ» [19]

где $W_{j(r)}, \Omega(y), \Lambda(r_B)$ – ранговое, видовое, рангово видовое распределение ресурсов АИСТ-баланса ПТКМ-6.0 [9].

Для доказательства эффективности применения разработанных моделей и прикладных инструментариев была разработана модель эконо-

мической коэволюции киберсоциальной метаэкосистемы Индустрии 6.0. компании ООО «ТЕХНО ТЮБ». В основу данной модели был положен подход «диффузная коэволюция», предложенный в работе [27]. Математическая модель экономиче-

ской коэволюции киберсоциальной метаэкосистемы Индустрии 6.0. компании ООО «ТЕХНО ТЮБ» имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= ax - bx^2 + \frac{cxy}{1 + ky} \\ \frac{dy}{dt} &= ey - fy^2 + \frac{gxy}{1 + ly} \\ x(0) &= x_0, y(0) = y_0\end{aligned}$$

Все коэффициенты, обозначенные латинскими буквами, неотрицательны. В рамках данной модели $x(t)$ – числовая характеристика, определяющая уровень производительности продукции ООО «ТЕХНО ТЮБ», соответственно, $y(t)$ – уровень развития проекта по созданию киберсоциальной метаэкосистемы Индустрии 6.0 компании ООО «ТЕХНО ТЮБ», рассчитываемый на основе предложенной в работе [9] модели нахождения эффективного AIST-баланса киберсоциальных экосистем.

Коэффициенты a , e отражают внутреннюю скорость роста уровней производительности проекта ООО «ТЕХНО ТЮБ» и эффективного AIST-баланса ПТКМ-6.0 метаэкосистемы ООО «ТЕХНО ТЮБ» (рис.12), без учета влияния друг на друга. Коэффициенты b , f определяют возможные пределы уменьшения роста производи-

тельности, а коэффициенты a/b определяют максимальный уровень (емкость) развития производительности ПТКМ метаэкосистемы ООО «ТЕХНО ТЮБ» в рамках данного проекта. Аналогично для второго уравнения величина e/f определяет максимальный уровень эффективного AIST-баланса ПТКМ метаэкосистемы ООО «ТЕХНО ТЮБ». Коэффициенты c , k , g в третьем слагаемом отражают взаимное влияние сущностей на динамику друг друга, т. е. их коэволюцию в процессе развития ООО «ТЕХНО ТЮБ».

Эксперимент, выполненный в вычислительной среде MatLab, показал следующие результаты (рис. 12).

На рис. 12 видно, что первоначально уровень производительности проекта (базовый) ООО «ТЕХНО ТЮБ» растет до уровня, ограниченного ресурсной обеспеченностью и начинает снижаться (сплошная линия). Затем, за счет применения ПТКМ-6.0 метаэкосистемы ООО «ТЕХНО ТЮБ», уровень производительности проекта получает новый стимул для дальнейшего развития (сплошная линия), на основе гипер повышения уровня эффективного AIST-баланса ПТКМ-6.0 метаэкосистемы ООО «ТЕХНО ТЮБ».

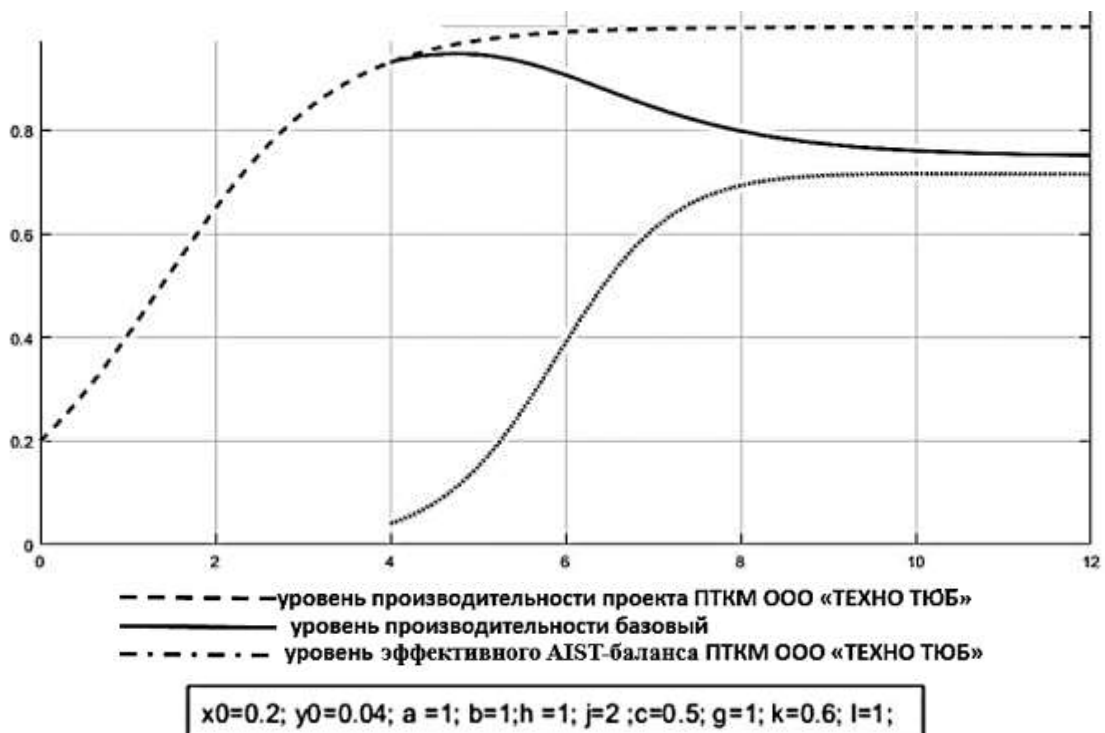


Рисунок 12 – Модель экономической коэволюции ПТКМ-6.0 метаэкосистемы ООО «ТЕХНО ТЮБ»

Проведенная успешная апробация тестовых вариантов прикладных инструментариев Ин-

дустрии 6.0 на базе ООО «ТЕХНО ТЮБ», позволяет сделать вывод о высокой эффективности

предлагаемых решений в области создания наукоемкого инновационного промышленного производства сварных труб специального назначения на базе ООО «ТЕХНО ТЮБ», а также поставить задачу реализации данного опыта на других предприятиях РФ. В этом случае, как показали исследования применение концепции Индустрии 6.0 и соответствующих прикладных инструментариев позволит увеличить плановый объем производства сварных труб специального назначения к 2027 году до 3000 тон в год, позволив России занять лидирующее место в развитии атомной энергетики, химической и нефтегазовой промышленности и т.д.[28].

Заключение

Современные высоко технологические сектора и компании в современном мире стремительно развиваются. Как показано в работах [7,9,29] создания первой в мире киберсоциальной метаэкосистемы Starbase компании SpaceX, на основе концепции Индустрии 5.0/6.0, как показательного примета развития данных технологий на западе, позволяет в кратчайшие сроки осуществить невероятный прорыв в области создания высокотехнологичных промышленных комплексов нового поколения. В первую очередь такой высокотехнологичный прорыв, как показано в работе [9], стал возможен за счет применения новых типов прикладных инструментариев Индустрии 6.0, в условиях полисистемной дивергенции развития промышленных комплексов [30]. Вместе с тем с уверенностью можно сказать, что РФ занимает лидирующее место в мировой науке в области разработки как оригинальной методологии, так и прикладных системы управления различных типов и соответствующего практического инструментария Индустрии 5.0/6.0. Ежегодно начиная с 2020 года на базе Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (Высшая инженерно-экономическая школа, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, кафедра ЮНЕСКО, НИЛ «Цифровая экономика промышленности») совместно с Российскими вузами, научными и общественными организациями проводится международная научно-практическая конференция «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОНОМИКА И ИНДУСТРИЯ 6.0»(INTELLIGENT ENGINEERING ECONOMIC S AND INDUSTRY 6.0 (IEEI_6.0_INPROM) [12]. Ежегодно в рамках данной конференции принимает участие более 30 ведущих российских вузов и других организаций. В настоящее время можно с уверенностью говорить, и это признают в том числе и авторитетные западные ученые и специалисты, РФ действительно занимает лидирующие

позиции, являясь по сути мировым драйвером в области создания теоретического базиса и прикладных инструментариев Индустрии 5.0/6.0. Конечно, имеются отдельные проблемы в области внедрения, успешно разрабатываемых российскими учеными, прикладных инструментариев Индустрии 6.0 в российской промышленности. Но такие задачи, которые должны обеспечить технологический суверенитет РФ, обозначены в стратегических документах Программы «Технет» Национальной технологической инициативы (НТИ), и в настоящее время уже активно решаются. Авторы уверены, что заложенный в рамках данной работы научно-прикладной базис в области создания прикладных инструментариев прорывного развития промышленных комплексов РФ, будет активно развиваться и дополняться в следующих научных работах как авторов статьи, так и других российских ученых и специалистов, став основой создания единой, комплексной методологии и соответствующего теоретико-практического инструментария управления прорывным развитием промышленных комплексов РФ в условиях глобальной реиндустриализации экономики и промышленности РФ, подробно, рассмотренной в работах [16, 31, 32].

Литература

1. Квинт В. Л., Бодрунов С. Д. Стратегирование трансформации общества: знание, технологии, ноономика / Монография. СПб.: ИНИР им. С. Ю. Витте, 2021. 351 с.
2. Бабкин А.В., Шкарупета Е.В. Индустрия 6.0: сущность, тенденции и стратегические возможности для России. Экономика промышленности. 2024;17(4):353–377. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2024-4-1369>.
3. Бодрунов С. Д. (2022). От ноономики – к ноосфере? // Ноономика и ноообщество: альманах трудов ИНИР им. С. Ю. Витте. Т. 1, № 3, С. 36–47. DOI: 10.37930/ 2782-618X-2022-1-3-36-47.
4. Бодрунов С.Д. Ноономика /Монография/ . М.: Культурная революция, 2018. – 432 с. ISBN 978-5-6040343-1-6.
5. Прокопчина. С. В. Принципы и технологии мягкого управления полисистемными средами в условиях ограничения неопределенности / С. В. Прокопчина // Управленческие науки. – 2016. – Т. 6, № 1. – С. 17-25.
6. Федоров А.А., Либерман И.В., Корягин С.И., Клачек П.М. Технология проектирования нейро-цифровых экосистем для реализации концепции Индустрия 5.0 // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. № 3. С. 19–39. <https://doi.org/10.18721/JE.14302>
7. Бабкин А.В. Индустрия 5.0: Нейро-цифровой инструментарий стратегического целеполагания и планирования / А. В. Бабкин, С.И. Корягин, И. В. Либерман, П. М. Клачек, А.А. Богданова, Н. Х. Сагателян // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2022. – № 3 (61). – С. 64–85.

8. Клейнер Г.Б. Социально-экономические экосистемы в свете системной парадигмы. // Системный анализ в экономике: сборник трудов V Международной научно-практической конференции / под общ. ред. Г.Б. Клейнера, С.Е. Щепетовой. М.: Изд-во Прометей, 2018. С.5–14.
9. Бабкин А.В., Либерман И.В., Клачек П.М., Шкарупета Е.В. Индустрия 5.0: Основы создания системной тетрады киберсоциальных экосистем // вестник астраханского государственного технического университета. Серия: экономика. 2023. №1. С. 103 -120. DOI: 10.24143/2073-5537-2023-1-103-120.
10. Бабкин А.В., Федоров А.А., Либерман И.В., Клачек П.М. Индустрия 5.0: понятие, формирование и развитие // Экономика промышленности / Russian Journal of Industrial Economics. 2021. №4. С. 375-395. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-4-375-395>.
11. Primrose B Sandy, Herod Andrew, Twyman Richard. Gene and Genome Technolog. Press: Oxford Academ / Oxford university press, 2013, 340 pp. ISBN: 9780192734280 / 0192734288
12. Интеллектуальная инженерная экономика и Индустрия 5.0/6.0 (IEEE 5.0/6.0). URL: <https://labec.spbstu.ru/> (дата обращения: 10.10.2024).
13. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. – М.: Физ-матлит, 2006, 470 стр.
14. Primrose B Sandy, Herod Andrew, Twyman Richard. Gene and Genome Technolog. Press: Oxford Academ / Oxford university press, 2013, 340 pp. ISBN: 9780192734280 / 0192734288
15. Rocco M. C., Bainbridge W. S., Tonn B., Whitesides G. Convergence of Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies/World Technology Evaluation Center. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer, 2013. 450 p. URL: <http://www.wtec.org/NBIC2/Docs/FinalReport/Pdfsecure d/NBIC2-FinalReport-WEB.pdf>.
16. Шкарупета Е.В. Управление развитием промышленных комплексов в условиях реиндустриализации. Дис. д-ра экон. наук. М.: НИТУ «МИСиС», 2019. 356 с.
17. Колесников А.В., Кириков И.А., Листопад С.В., Румовская С.Б., Доманицкий А.А. Решение сложных задач коммивояжера методами функциональных гибридных интеллектуальных систем. М.: Изд-во ИПИ РАН, 2011. 295 с.
18. Колесников А.В., Кириков И.А. Методология и технология решения сложных задач методами функциональных гибридных интеллектуальных систем. М.: Изд-во ИПИ РАН, 2007. 387 с.
19. Бабкин А.В., Либерман И.В., Клачек П.М., Корягин С.И. ИНДУСТРИЯ 5.0 И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА: ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО ГЕНОМА КИБЕРСОЦИАЛЬНЫХ МЕТАЭКОСИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОСТИ // Сборник трудов X Международной научно-практической конференции «Интеллектуальная инженерная экономика и Индустрия 5.0» (ИНПРОМ), 25-28 апреля 2024, Санкт-Петербург. В 2 т. Т.1 / Под ред. д-ра экон. наук Родионова Д.Г., д-ра экон. наук Бабкина А.В. – СПб.: Издательство ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – стр. 247-251. ISBN 978-5-7422-8535-9.
20. Макаров В.Л., Клейнер Г.Б. Микроэкономика знаний: монография. М.: ЗАО Издательство "Экономика", 2007. с. 204., <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2007-9-152-154>.
21. Кузнецов О.П. Голографические модели обработки информации в нейронных сетях//Доклады Академии наук. –1992.–Т.324, №3.– С.537-540.
22. Курейчик В.М., Курейчик В.В. Эволюционные, синергетические и гомеостатические стратегии в искусственном интеллекте// Новости искусственного интеллекта. – 2000. – №3. – С.39-65.
23. Нечеткие гибридные системы. Теория и практика/ Под ред. Н.Г.Ярушкиной. – М.: Физматлит, 2007.
24. Medsker L.R. Hybrid Intelligent Systems. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.
25. Колесников А. В. Гибридикация, искусство или наука / Гибридные и синергетические интеллектуальные системы: теория и практика: труды I-го Международного симпозиума / под ред. проф. А. В. Колесникова. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2012. - 500 с.
26. Прокопчук Ю. А. Принцип предельных обобщений: методология, задачи, приложения. Монография. – Днепропетровск: Ин-т технической механики НАНУ и НКАУ, 2012. - 384 с.
27. Van den Bergh J., Stagl S. Coevolution of economic behaviour and institutions: towards a theory of institutional change // Journal of Evolutionary Economics. – 2003. – № 13. – P. 289–317. DOI:10.1007/s00191-003-0158-8.
28. Степченкова О.С. Антихрупкость или устойчивость: перспективы для экономической безопасности России. Вестник факультета управления СПбГЭУ. 2023;(16):99–106.
29. SpaceX Starbase. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX_Starbase (дата обращения: 1.01.2025).
30. Carayannis E.G., Posselt T., Preissler S. Toward Industry 6.0 and Society 6.0: The quintuple innovation helix with embedded AI modalities as enabler of public interest technologies strategic technology management and road-mapping. IEEE Transactions on Engineering Management. 2024;71:11238–11252. <https://doi.org/10.1109/TEM.2024.3406427>.
31. Акаев А.А., Садовничий В.А. Человеческий фактор как определяющий производительность труда в эпоху цифровой экономики. Проблемы прогнозирования. 2021;1(184):45–58. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-184-45-58>.
32. Казьмина И.В., Белгородский А.В., Бокорев Ю.Ю. Предвидение как основа повышения устойчивости функционирования высокотехнологичных предприятий. Организатор производства. 2023;31(2):66–75. <https://doi.org/10.36622/VSTU.2023.32.59.006>.



УДК 656.072

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРОДАЖ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН ПО СОСТОЯНИЮ НА 2025 ГОД

С.В. Булатов¹

*Оренбургский государственный университет,
Россия, 460048, Оренбург, проспект Победы, д. 149, литер А.*

В статье проводится анализ динамики производства и продаж автомобильных шин по состоянию на 2025 год. Определяется расчет затрат при снабжении складов автотранспортных предприятий автомобильными шинами. Общая сумма затрат на шины складывается из затрат на их приобретение и восстановление.

Ключевые слова: автомобильная шина, динамика продаж, стоимость, затраты, структура рынка.

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF PRODUCTION AND SALES OF AUTOMOBILE TIRES AS OF 2025

S.V. Bulatov

Orenburg State University, Russia, 460048, Orenburg, Pobedy Avenue, 149, letter A.

The article analyzes the dynamics of production and sales of automobile tires as of 2025. The calculation of costs is determined when supplying warehouses of motor transport enterprises with automobile tires. The total cost of tires consists of the cost of their purchase and restoration.

Keywords: automobile tire, sales dynamics, cost, costs, market structure.

Введение

В данном исследовании была проведена оценка изменения объемов производства шин в России. В работе представлены прогнозные данные о производстве по различным категориям на 2024 год, а также общие прогнозы для рынка до 2028 года. Основная цель исследования заключается в оценке текущего состояния и перспективах развития российского рынка шин [1-6, 8-12].

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- провести анализ объема и структуры производства шин;
- исследовать динамику экспорта и импорта шин;
- собрать справочные данные о ведущих брендах на российском рынке шин;
- выявить ключевые тенденции и возможные направления развития российского рынка шин.

Статья охватывает все основные аспекты, касающиеся производства и рынка шин в

России, что позволяет получить полное представление о текущей ситуации и будущих перспективах.

Основная часть

В первом полугодии 2024 года зафиксирован значительный подъем спроса на автомобильные шины в стране. Рост розничных продаж всех типов шин составил 15% по сравнению с аналогичным периодом 2023 года. Это, безусловно, положительная тенденция, особенно учитывая, что рост продаж в 2023 году по отношению к 2022 году был еще более значительным – 30,9%. Такой устойчивый рост свидетельствует о постепенном, но уверенном восстановлении автомобильного рынка после периода спада. Примечательно, что динамика рынка претерпела изменения: сейчас он в значительной степени ориентирован на автомобили китайского производства, оснащенные колесами большого диаметра – 17 дюймов и более. Это существенно влияет на структуру спроса на шины. Если вспомнить 2022 год, тогда рынок легковых автомобилей демонстрировал спад.

Однако 2023 год принес положительные изменения: рост продаж легковых автомобилей составил 16%. Это стало важным фактором, стимулировавшим рост спроса на шины. При этом наиболее востребованными оказались шины для легковых автомобилей сегментов «С» и «В», что отражает преобладающие тенденции в приобретении автомобилей гражданами.

Подробный анализ структуры продаж в первом полугодии 2024 года показывает доминирующее положение легковых шин – их доля составила внушительные 86,2% от общего объема розничных продаж. На втором месте – легкогрузовые шины, предназначенные для среднетоннажных грузовых автомобилей, автобусов и специальной техники, с долей рынка в 5%. Остальные типы шин занимают относительно небольшие сегменты: на шины для грузовых автомобилей пришлось 2,8% продаж, а на остальные категории – 3,3%. Мотоциклетные шины представляют собой самый незначительный сегмент рынка, их доля составила всего 1,6% (рис. 1).

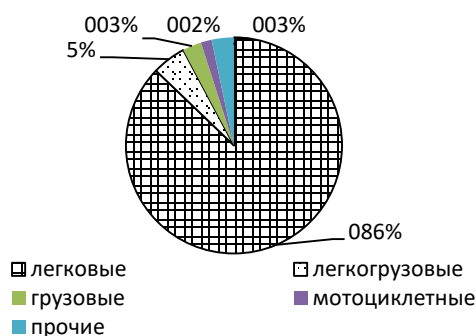


Рисунок 1 – Общая структура рынка

В первом полугодии 2024 года летние шины стали наиболее востребованными среди легковых покрышек, заняв 77,2% от общего объема продаж. Шипованные зимние шины составили 10,6% всех розничных продаж, в то время как зимние фрикционные шины заняли 8,5%. Всесезонные шины оказались наименьшей категорией, составив всего 3,1% от общего числа продаж.

По данным, полученным от представителей шинного кластера «Кордиант», в первом полугодии текущего года наблюдается устойчивый спад в премиальном сегменте шинного рынка. Это явление связано с тем, что западные компании, работающие в России, резко сократили или полностью прекратили свою деятельность. В результате этого многие иностранные производители шин, которые до 2022 года активно работали на российском рынке, покинули страну. Например, известная французская компания Michelin продала свои активы местной фирме «Пауэр Интернэшнл Тайрс», а финская компания Nokian

Tyres передала свои активы в руки «Татнефти». Кроме того, заводы таких крупных производителей, как Continental и Bridgestone, были выкуплены у иностранных инвесторов промышленным холдингом S8 Capital.

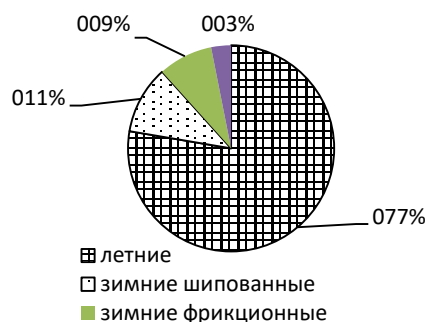


Рисунок 2 – Структура рынка легковых шин по типам

В начале 2023 года S8 Capital, который уже успел приобрести заводы известных брендов, стал владельцем одного из ведущих отечественных производителей шин – АО «Кордиант», который располагает производственными мощностями в Омске и Ярославле. Это приобретение стало важным шагом для укрепления позиций компании на российском рынке, особенно в условиях, когда спрос на шины продолжает расти.

Несмотря на изменения в структуре рынка, стоимость шин в России неуклонно увеличивается. В первой половине 2024 года средняя цена на одну летнюю шину в розничной продаже составила 5830 рублей, что на 13,7% выше, чем в аналогичном периоде предыдущего года. Аналогично, цены на всесезонные шины выросли на 13,2%, достигнув 8264 рублей за единицу. Шипованные зимние шины подорожали на 8,8%, составив 7333 рубля, в то время как нешипованные шины стали дороже на 10,5%, достигнув 5897 рублей.

Основной причиной роста цен на шины является увеличение стоимости сырья, так как закупка необходимых компонентов в 2024 году осуществляется по новым, более высоким ценам. Это, в свою очередь, сказывается на конечной стоимости продукции. В условиях текущего рынка закупка ряда компонентов стала значительно более сложной задачей, что также влияет на ценообразование. Дополнительные факторы, такие как инфляция, удорожание логистических услуг и острая нехватка квалифицированных кадров, также играют свою роль в формировании цен на шины.

Компания «Кордиант» отмечает, что наблюдается тенденция к снижению темпов роста цен на легковые шины. Это может быть связано с увеличением доли бюджетного сегмента на

рынке. За период с 2022 по 2024 годы средняя стоимость шин в летнем ассортименте уменьшилась на 11%. Если же провести сравнение цен с летним сезоном 2024 года, можно заметить, что в условиях растущего спроса и изменения рыночной ситуации, компании вынуждены адаптироваться к новым условиям.

Таким образом, текущее состояние шинного рынка в России характеризуется не только изменениями в структуре производителей, но и динамикой цен, которая продолжает оставаться под давлением различных экономических факторов. В условиях, когда иностранные компании покинули рынок, отечественные производители должны не только сохранить свои позиции, но и разработать стратегии для привлечения потребителей, которые могут быть заинтересованы в более доступных вариантах продукции. Важно отметить, что, несмотря на вызовы, с которыми сталкивается рынок, существуют и возможности для роста, особенно в сегменте бюджетных шин, который становится все более привлекательным для потребителей в условиях экономической неопределенности.

Результаты исследований

Расчет затрат на шины на примере снабжения складов автотранспортных предприятий (АТП) приведен ниже.

Если АТП имеет парк с малым количеством (менее 50) подвижного состава и задержки товара не являются критичным, то затраты АТП на автомобильные шины определяются по формуле [7]:

$$Z_{ш} = \frac{H_{ш} C_{ш} L_{общ} n_{ш}^A}{1000 \cdot 100}, \quad (1)$$

где $H_{ш}$ – нормы расходов на шины, %/1000 км;

$C_{ш}$ – стоимость шины, руб;

$L_{общ}$ – годовой пробег, км;

$n_{ш}^A$ – количество шин на исследуемом автомобиле, шт.

Нижеследующая формула расчета затрат на шины с учетом категорий шин позволит максимально учесть особенности поставщика:

$$Z_{ш}^n = \left(\sum_n C_{ш}^i \cdot n_{ш} \right) + Z_d + Z_{стр} + Z_{хр} - (P_{доп} + P_3 \cdot t) \cdot k_p, \quad (2)$$

где $C_{ш}^i$ – полная себестоимость приобретаемых шин i -ой категории, руб.;

$n_{ш}$ – количество приобретаемых шин, шт.;

Z_d – затраты на доставку шин, руб.;

$Z_{стр}$ – затраты на страховку груза при доставке, руб.;

$Z_{хр}$ – затраты на хранение шин, руб.;

$P_{доп}$ – дополнительная прибыль за количество приобретаемых шин, руб.;

P_3 – прибыль от задержки товара, руб.;

t – величина задержки товара, дн.;

k_p – коэффициент полезности (срочности) относительно объемов приобретаемых шин.

Предприятие автомобильного транспорта в г. Оренбурге с подвижным составом более 350 автомобилей закупает шины различного диаметра в объеме 2250 штук у трех разных поставщиков (табл. 1).

Таблица 1 – Расчет расходов на шины

Показатель	Ед. изм.	Значение показателя		
		Поставщик		
		№1	№2	№3
Общий годовой пробег автомобиля	тыс. км	14000	14000	14000
Количество шин	ед.	2250	2250	2250
Средняя стоимость шины	руб.	5500	5500	5500
Норма расходов на шины в расчете на 1000 км пробега	руб.	0,6	0,6	0,6
t	дн.	6	4	-
k_p	-	0,4	0,3	0,5
Расходы на шины	млн. руб.	12,4	13,1	10,6

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что затраты на шины различаются у каждого поставщика, следовательно, необходимо учитывать такие факторы, как виды колес, количество приобретаемого товара, условия компенсации при задержках, а также скидки при приобретении шин. В нынешней обстановке учет каждого фактора является обязательным для экономической составляющей любого предприятия автомобильного транспорта.

Заключение

В 2025 году шинный бизнес в России продолжает переживать значительные изменения, которые обусловлены как внутренними, так и внешними факторами. Санкционное давление, которое

стало результатом международной политической ситуации, а также рост локализации производства и изменения в предпочтениях потребителей, стали основными движущими силами трансформации данной отрасли. В последние годы, особенно после ухода ряда западных компаний с российского рынка в 2022-2023 годах, произошли заметные изменения в сегменте шин. Многие известные бренды, которые ранее были популярны среди потребителей, были переименованы. Эти изменения позволили сохранить производственные мощности и предложить российским потребителям аналоги востребованных моделей шин, но под новыми названиями. Для большинства покупателей качество оставалось на прежнем уровне, что способствовало поддержанию доверия к продукции.

В 2025 году на рынке шин наблюдаются определенные тенденции, которые становятся все более выраженными. Во-первых, наблюдается рост популярности всесезонных шин, которые обеспечивают универсальность и удобство в использовании в различных климатических условиях. Во-вторых, экологичность продукции становится важным аспектом, на который обращают внимание как производители, так и потребители. С учетом современных трендов на устойчивое развитие, компании начинают внедрять более экологически чистые технологии в процессе производства.

Кроме того, рост сегмента онлайн-продаж также оказывает значительное влияние на рынок. Потребители все чаще предпочитают делать покупки через интернет, что открывает новые возможности для шинных компаний. Онлайн-платформы позволяют не только расширить географию продаж, но и улучшить взаимодействие с клиентами, предлагая им удобные условия для покупки и доставки.

Еще одной важной тенденцией является развитие шинного лизинга, который становится все более популярным среди автолюбителей и бизнеса. Этот формат позволяет снизить финансовую нагрузку на потребителей и сделать качественные шины более доступными.

Несмотря на все трудности, с которыми сталкивается шинный бизнес в России, отрасль продолжает оставаться перспективной. Ключевыми задачами на ближайшее время являются дальнейшая локализация производства и развитие отечественных брендов. Укрепление экспортных позиций в странах СНГ, Азии и Африки также представляет собой важный приоритет. Инновации в производстве, включая разработку "умных"

шин с датчиками состояния, открывают новые горизонты для развития.

Таким образом, 2025 год становится для шинного бизнеса в России временем адаптации и новых возможностей. Несмотря на санкции и уход зарубежных компаний, отрасль демонстрирует свою устойчивость и готовность к развитию, опираясь на локальное производство и новые технологии. Шинный бизнес в России находит пути для дальнейшего роста и модернизации, что позволяет ему успешно конкурировать на внутреннем и международном рынках.

Литература

1. Автостат инфо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: http://avtostat-info.com](http://avtostat-info.com). – Дата обращения: 21.03.2025.
2. Анализ рынка в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: http://businessstat.ru](http://businessstat.ru). – Дата обращения: 21.03.2025.
3. Варченко В.Г., Кубраков В.П. Анализ влияния дорожно-климатических условий на эксплуатационный срок службы шин // Современные проблемы транспорта : межвуз. науч. сб. / Саратов. гос. техн. ун-т. Саратов. 2000. С. 41-42.
4. Евзович В.Е. Восстановление изношенных пневматических шин // М.: Автополис-плюс. 2005. 624 с.
5. Колеса и шины: краткий справочник // М.: ООО «Книжное издательство «За рулем»». 2007. № 4. 160 с.
6. Санкин Ю.Н., Гурьянов М.В. Определение коэффициента рассеяния энергии в материале шины // Автомобильная промышленность. 2007. №11. С. 34-36.
7. Тарновский В.Н. Автомобильные шины: Устройство, работа, эксплуатация, ремонт / В.Н. Тарновский, В.А. Гудков, О.Б. Третьяков. М.: Транспорт, 1990. 272 с.
8. Тарновский В.Н. Как увеличить пробег шин / В.Н. Тарновский, В.А. Гудков, О.Б. Третьяков. М.: Транспорт, 1993. 110 с.
9. Трефилов М.А. Математическая модель автомобильной шины / М.А. Трефилов, В.А. Дамзен // Информатизация технических систем и процессов : сб. тр. XXI Международной конф. / Саратов. гос. техн. ун-т. Саратов, 2008. Т. 5. Секция 11. С. 74-75.
10. Трефилов М.А. Скрытые дефекты автомобильных шин / М.А. Трефилов, В.А. Дамзен // Совершенствование технологий и организации обеспечения работоспособности машин : сб. науч. тр. / Саратов. гос. техн. ун-т. Саратов, 2007. С. 24-29.
11. Трефилов М.А. Разработка метода оценки скрытых дефектов автомобильных шин по параметрам динамической жесткости / М.А. Трефилов, В.А. Дамзен // Автотранспортное предприятие. 2009. № 1. С. 48-50.
12. Трефилов М. А. Получение оптимальных эксплуатационных свойств автомобилей за счет рационального подбора шин / М.А. Трефилов, В.А. Дамзен // Бюллетень транспортной информации. 2008. № 11. С. 38-39.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ПОВЕДЕНИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕТ.А. Менухова¹, А.А. Сивов², М.В. Богданов³^{1,2} *ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»,
Россия, 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д.2;*³ *Автобусный парк № 6 СПб ГУП «Пассажиравтотранс»,
Россия, 195253, Санкт-Петербург, ул. Стасовой, д. 14.*

Исследованы и структурированы меры по стимулированию жителей к использованию общественного транспорта. Проведено социологическое исследование транспортного поведения жителей Санкт-Петербурга и представлены его результаты. Выявлены факторы (стимулы), позволяющие мотивировать граждан использовать для поездок не личный, а общественный транспорт.

Ключевые слова: транспортное поведение, общественный транспорт, личный автомобиль, транспортная политика, стимулирующие меры, удовлетворенность, выбор вида транспорта, социально-экономические факторы, мобильность.

A STUDY OF TRANSPORTATION BEHAVIOR IN ST. PETERSBURG

T.A. Menukhova, A.A. Sivov, M.V. Bogdanov

*FGBOU VO "Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University",
Russia, 199106, St. Petersburg, Vasilievsky Island, 21 line, 2;**Bus Park No. 6 St. Petersburg State Unitary Enterprise "Passazhiravtotrans",
Russia, 195253, St. Petersburg, Stasovaya str., 14.*

Measures to encourage residents to use public transport are studied and structured. A sociological study of transport behavior of St. Petersburg residents is conducted and its results are presented. Factors (incentives) have been identified to motivate citizens to use public transport rather than private transport for travelling.

Key words: transport behavior, public transport, personal car, transport policy, incentive measures, satisfaction, choice of transport mode, socio-economic factors, mobility.

Введение

На фоне глобальной тенденции к гиперурбанизации и превалирования использования частного автотранспорта [1] для поездок мегаполисы сталкиваются с нарастающими дисбалансами в транспортной системе, угрожающими их устойчивости. Санкт-Петербург, как крупнейший агломерационный центр, демонстрирует типичные симптомы транспортного коллапса. Прогрессирующая нагрузка на дорожную сеть и как следствие дорожные заторы, загрязнение городской среды как следствие автомобилизации, а также рост социальных издержек, характеризующихся потерей времени на транспортные передвижения и уровнем стресса населения, а также повышение себестоимости транспортных услуг и, в конечном

счете, стоимости проезда на общественном транспорте, обуславливают необходимость поиска регуляторов, перераспределяющих пассажиропоток в пользу экологически ориентированного общественного транспорта.

Анализ транспортного поведения населения играет ключевую роль при формировании эффективной транспортной политики, городском планировании и разработке мер по повышению качества транспортного обслуживания населения.

Понимание факторов, влияющих на выбор способов передвижения, помогает:

- грамотно проектировать дорожную сеть с учетом реальной нагрузки;
- сокращать заторы на дорогах;
- снижать экологическую нагрузку;
- развивать приоритетные виды транспорта;

EDN PRDNVC

¹Менухова Татьяна Анатольевна – доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин, тел.: +7(929)112-25-17, e-mail: men-ta@yandex.ru;²Сивов Александр Александрович – доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин, тел.: +7(911)924-78-88, e-mail: 9247888@gmail.com;³Богданов Михаил Валентинович – директор, доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин, тел.: +7(921)327-29-22, e-mail: Bogdanov_MV@pers.spmi.ru.

- корректировать графики движения транспорта;
- обеспечивать удобство пассажиров в пересадочных узлах;
- повышать доступность транспорта для разных групп;
- обеспечивать сокращение времени в пути населения и проч.

Системное изучение транспортного поведения — основа для принятия решений, сочетающих экономическую эффективность транспортного обеспечения, экологичность и комфорт граждан.

Транспортное поведение обусловлено совокупностью факторов — мотивацией к поездке, выбором варианта перемещения с учетом таких аспектов как территориальная доступность пунктов посадки и высадки, продолжительность поездки, количество пересадок в пути, комфортабельность транспорта и проч., экономической целесообразностью использования того или иного способа передвижения [2].

Последние годы наблюдается стабильный рост объема перевозок пассажиров общественным транспортом, в особенности автобусами [3, 4] (рис. 1).

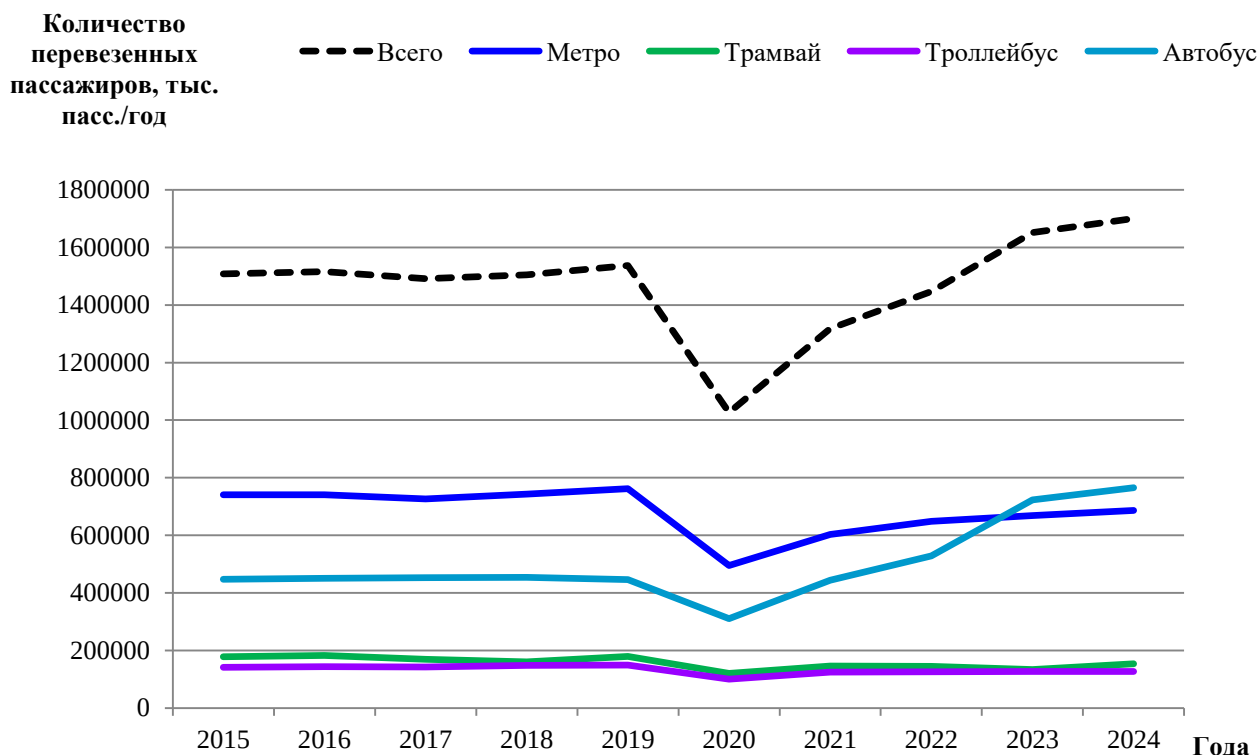


Рисунок 1 – Динамика развития общественного транспорта Санкт-Петербурга (построено по данным [3, 4])

Результаты исследования [5] транспортного поведения россиян свидетельствуют о том, что на долю наземного общественного транспорта (автобус, трамвай и троллейбус) приходится 23% потребностей россиян в перемещении, на метро — 6%, на такси 8%. Однако гораздо больше потребностей закрывается при использовании личных автомобилей — 46%, в связи с этим можно заключить, что именно на респондентов этого сектора должна быть направлена политика по переориентации спроса на общественный транспорт (рис. 2).

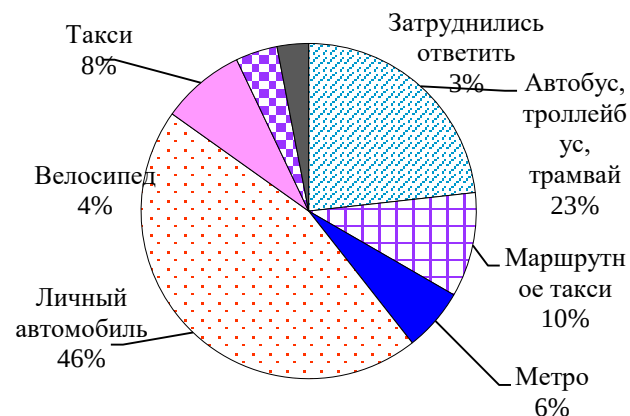


Рисунок 2 – Способы перемещения жителей (в %) (воспроизведено по данным [5])

Подобный дисбаланс в пользу личного транспорта получен в исследовании [6] – 34% передвижений россиян осуществляются на личном автомобиле, в то время как лишь 19% - на общественном транспорте (рис. 3).

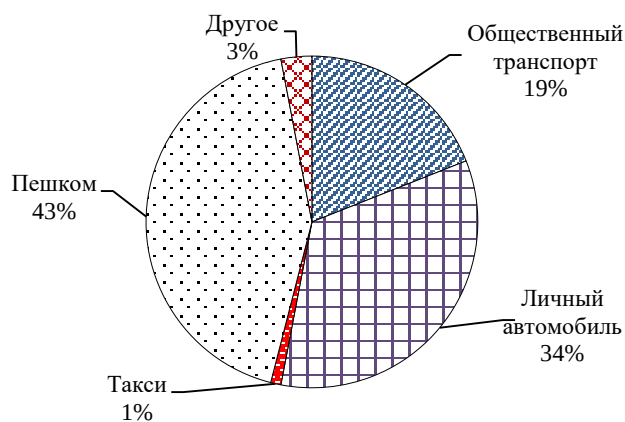


Рисунок 3 – Способы перемещения жителей (в %) (воспроизведено по данным [6])

Различия в транспортном поведении демонстрирует исследование [7]:

- доля населения, пользующегося общественным транспортом, разнится от региона к региону - от 54% в Ростове-на-Дону до 71% в Волгограде;

- доля жителей, использующих для передвижений личные автомобили, колеблется от 19% в Волгограде 43% в Челябинске и Самаре. Подобные значения по Санкт-Петербургу не представлены. В исследовании продемонстрирована корреляция недостатков пространственной организации города с формированием нерациональных моделей транспортного поведения. Среди анализируемых факторов - среднестатистические значения времени в пути при использовании общественного транспорта и времени, с которым жители могут доехать до работы. Получение обратной связи от пользователей не было темой данного исследования.

Отчасти выше обозначенными аспектами объясняются иные результаты по сравнению с [5, 6], полученные в исследовании [8] транспортного поведения петербуржцев: здесь превалирует использование общественного транспорта ровно в два раза по сравнению с личным (рис. 4). Кроме того использована иная структура вопросника. Треть респондентов практикуют совмещенное использование личного и общественного транспорта. При этом половина из них считают, что подобный вариант передвижений экономит время, четверть делает такой выбор из-за сложностей с

парковкой при использовании личного транспорта, а другая доля респондентов - из-за экономии денег и по иным причинам.

В этом же исследовании получены данные по предпочтению петербуржцами разных видов транспорта: две трети голосов обеспечили приоритет метро, 44% респондентов предпочитают передвигаться на личном автомобиле, и на один процент меньше – на такси, 40% горожан отдали голоса за автобусы, треть – за трамваи, пятая часть – за троллейбусы, остальные голоса – за СИП и иные способы передвижения.

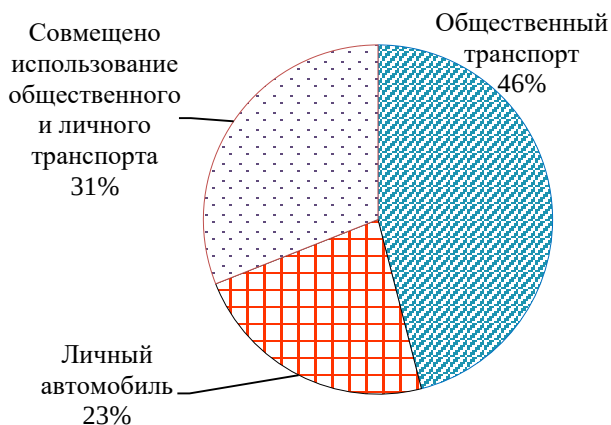


Рисунок 4 – Способы перемещения жителей (в %) (воспроизведено по данным [8])

Однако вызывает скепсис полученная высокая оценка за работу общественного транспорта (более половины респондентов полностью удовлетворены его работой), в то время как 72 % ответивших отмечают крайне низкую удовлетворенность временем ожидания общественного транспорта - чуть менее половины не удовлетворены и четверть респондентов совершенно неудовлетворены по этому параметру.

В отличие от предыдущих исследований, и несмотря на дискуссионность некоторых положений, авторы исследования [8] установили значимость факторов, под влиянием которых петербуржцы отдают предпочтение тому или иному способу передвижения.

Две трети респондентов отметили, что самый значимый критерий для предпочтения общественного транспорта - это скорость. Другие наиболее значимые параметры (40-50%) - это количество пересадок, надежность, доступность остановочных пунктов. Около трети голов - за стоимость и информированность о движении транспорта.

Преимущество использования личного автомобиля объяснили гибкостью маршрута чуть

менее половины респондентов, треть опрошенных оценила комфортность сидений, удобство перевозки багажа, время в пути и отсутствие попутчиков. Экономическая составляющая замыкала перечень, лишь одна десятая респондентов считают ее важной.

Наиболее важными рычагами для стимулирования жителей к использованию общественного транспорта обозначены такие как обеспечение более низкого наполнения салона транспортных средств, обеспечение отсутствия пересадок и конкурентоспособности общественного транспорта по времени поездки с личным автомобилем, чистота в салоне. Следующим параметром значится пожелание уменьшения стоимости проезда на общественном транспорте, однако, ранее было отмечено, что такой критерий как стоимость поездки на личном автомобиле был самым последним (восьмым) в списке значимых характеристик, что должно говорить о невысокой чувствительности респондентов к цене. Далее следуют требования к скоростным характеристикам транспорта, пожелания о расширении маршрутной сети и параметрам комфортности при использовании общественного транспорта.

Авторами отмечается высокая эффективность такого рычага как ограничение использования личного транспорта в центральной части города и в значительно меньшей степени значимость мер финансового давления.

Материалы и методы

Методы: анализ, включая контент-анализ, индукция, системный комплексный подход, социологический опрос (предварительный этап - личное интервьюирование, основной этап - опосредованное интервьюирование с помощью google форм), статистические методы обработки данных.

Материалами исследования являются:

- научные публикации, посвященные транспортному поведению населения и исследованию факторов, позволяющих мотивировать граждан использовать для поездок не личный, а общественный транспорт и направленных на это мер;
- результаты социологического опроса жителей Санкт-Петербурга (337 чел. с гендерным паритетом), направленного на выявление стимулов, побуждающих граждан к переключению спроса на перемещения с помощью общественного транспорта. Опрос проведен с помощью google форм в социальных сетях, преимущественного в группах, объединяющих жителей по районам города.

Результаты исследований и обсуждение

Исследование мотивационных механизмов перехода населения на общественный транспорт требует апробации прогностических инструментов на эмпирических данных, включая результаты социологических исследований. Это позволяет установить воспринимаемую населением полезность того или иного вида транспорта и фактические параметры его функционирования, что является необходимым условием для разработки научно обоснованных управленческих решений. Умозаключения данной работы опираются на результаты самостоятельно проведенного в Горном университете социологического исследования транспортного поведения жителей Санкт-Петербурга. При формировании опросника были приняты во внимание результаты индивидуального интервьюирования жителей на подготовительном этапе исследования, скорректированные и актуализированные положения предшествующих научных исследований.

Большая доля (56%) петербуржцев использует только общественный транспорт (результат на 10% выше, чем в [8]); 24 % респондентов передвигаются на личных автомобилях; пятая часть вынуждены, несмотря на владение собственными автомобилями, задействовать на части пути общественный транспорт (рис. 5), из которых треть это делает вследствие ограниченной доступности парковочных мест, треть - для экономии времени, треть - в ситуации, если включение общественного транспорта позволяет быстрее совершить поездку, а остальные ради экономии денежных средств, во избежание стресса и усталости от управления автомобилем и по иным причинам.

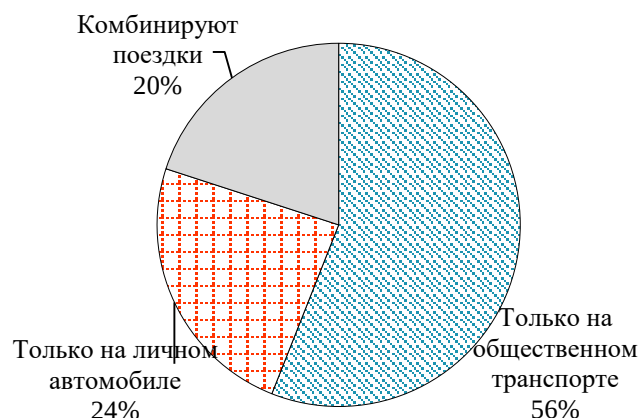


Рисунок 5 – Способы перемещения жителей (в %) (оригинальное исследование)

Необходимость в совмещении использования личного и общественного транспорта обусловлена прежде всего временным фактором (45%). Второй по значимости аспект - ограниченная доступность парковочных мест (26%). Эти значения схожи с результатами [8], что с одной стороны обусловлено идентичностью фокус-группы (жители Санкт-Петербурга) и могло бы подтвердить достоверность обоих исследований, однако с другой стороны следует принять во внимание следующий аспект. Уже позднее момента выполнения исследования [8], проведенного в 2021 году, администрацией города была значительно расширена зона платных парковок в Санкт-Петербурге, основной пик реализации данных мер приходится на 2022 и 2023 года. Однако результаты опроса, проведенного после этого периода не демонстрируют предполагаемую гибкость спроса под влиянием данной меры.

Подчеркнем, что чуть менее половины населения (44%) являются тем самым сегментом, на который должна быть направлена политика по переориентации и стимулированию спроса на общественный транспорт.

Анализ взаимосвязи уровня доходов респондентов и их транспортных предпочтений выявил значимые различия между группами.

Респонденты с доходом свыше 30 тыс. рублей демонстрируют тенденцию к выбору мультимодальных стратегий (совмещение видов транспорта) или использованию личного автомобиля (доля в категории — 68%). Напротив, среди пользователей общественного транспорта преобладают лица с средним доходом до 30 тыс. рублей (82% выборки), что подтверждает гипотезу о влиянии экономического фактора на мобильность.

Взаимосвязь уровня дохода и транспортных предпочтений. Наблюдается четкая корреляция между уровнем дохода и выбором вида транспорта. Доля пользователей личного автомобиля монотонно возрастает с ростом дохода, тогда как доля пользователей общественного транспорта снижается. Максимальная доля респондентов, использующих личный транспорт, ($\approx 70\%$) в группе с доходом свыше 100 тыс. руб., минимальная ($\approx 15\%$) - в группе с доходом менее 10 тыс. руб. Резкий рост популярности личного транспорта (+35-40%) наблюдается при переходе в категории 50-100 тыс. руб.

Лица, отдающие предпочтение общественному транспорту, ($\approx 80\%$) преобладают в

низкодоходных группах (<20 тыс. руб.), наибольшее сокращение доли которых (-30%) отмечается при переходе из группы 20-30 тыс. руб. в 30-50 тыс. руб.

Статистически значимый порог - 30 тыс. руб. - критический уровень, после которого доля автомобилистов превышает долю пользователей общественного транспорта.

Начинает преобладать мультимодальность, за счет сокращения поездок на общественном транспорте на уровне среднемесячного дохода 50 тыс. руб. — точка насыщения, где автомобиль становится доминирующим выбором ($\approx 60\%$).

В рамках исследования временных характеристик городской мобильности осуществлен сбор данных о продолжительности перемещений респондентов от места проживания к точкам трудовой и (или) образовательной активности (рис. 6). Данные демонстрируют выраженные различия в структуре временных затрат между пользователями общественного транспорта и личных автомобилей:

а) общественный транспорт:

- наибольшая доля поездок (18%) приходится на интервал 0,75–1 ч;
- значительная часть респондентов (40%) тратит более 1 ч на поездку;
- экстремальные значения (поездки дольше 1,75 ч) встречаются у 7% опрошенных;
- средняя продолжительность поездки 53 мин. (0,88 ч).

б) личный автомобиль:

- пик распределения (32%) наблюдается в категории до 0.25 ч;
- только 9% водителей тратят более 1 часа на поездку;
- средняя продолжительность поездки 30 мин. (0,5 ч).

В рамках исследования проведено выявление и систематизация в приоритетный ряд ключевых факторов, обуславливающих выбор способа городской мобильности для жителей Санкт-Петербурга (рис. 7). Респонденты отмечали от одного до трех детерминант способа передвижения в городских условиях. Значения представлены в процентном соотношении и характеризуют количество респондентов, выбравших данный фактор

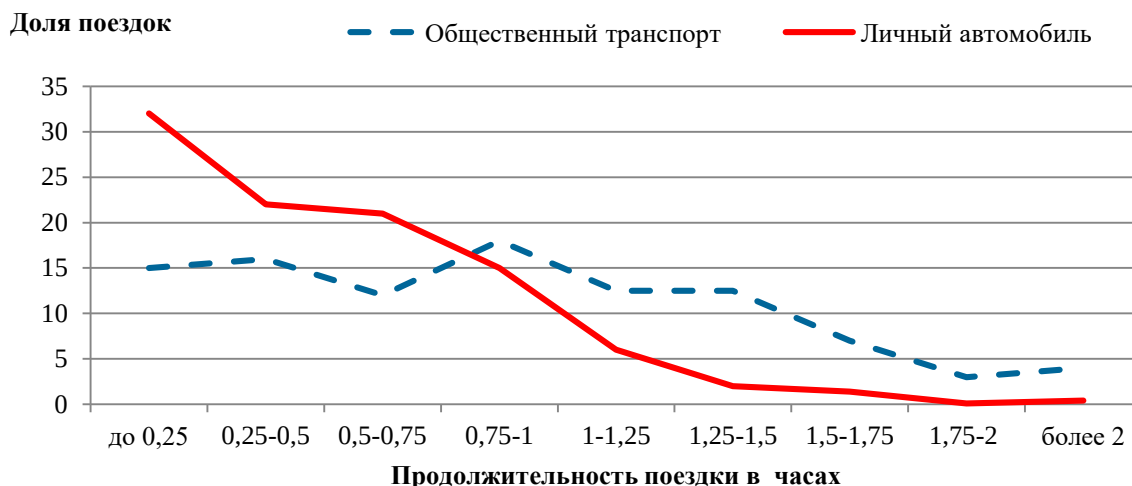


Рисунок 6 – Продолжительность поездки (оригинальное исследование)



Рисунок 7 – Ключевые факторы, обуславливающие выбор способа мобильности, и количество респондентов их выбравших (в %) (оригинальное исследование)

Структура ответов имеет некоторые различия с исследованием [8]. В обоих случаях гибкость и возможность перестроения маршрута обуславливают конкурентное преимущество личного

транспорта, по сравнению с жестко фиксированными маршрутами общественного транспорта. Однако в нашем случае респонденты сочли скорость перемещения более важным параметром,

чем показатели комфорта, в отличие от [8]. Тем не менее столь значимый комплексный параметр как комфорт [9] занял место в первой тройке факторов.

В нашем случае никто из фокус-группы не выделил стоимостную составляющую личного транспорта. Отчасти это может объясняться тем, что с момента исследования [8], проведенного в 2021 году, администрацией города проведена положительная работа по повышению привлекательности общественного транспорта за счет введения пересадочных тарифов, а также сохраняется тенденция роста затрат на владение и эксплуатацию личных транспортных средств, что значительно увеличивает разрыв в стоимости использования рассматриваемых вариантов перемещения, и личный автомобиль явно проигрывает. По-прежнему, середину списка занимают такие параметра как удобство перевозки багажа и приватность при использовании личных автомобилей.

Возможность с наименьшими затратами времени и высокой скоростью перемещения осуществить поездку также является главным детерминантом общественного транспорта. Однако такие важные факторы как территориальная доступность (2 место) и наличие и количество пересадок (4 место) в исследовании [8] занимали наоборот – 2 и 4 место соответственно. Нельзя не отметить роль транспортной реформы в 2022 году, произошедшие корректировки и развитие маршрутной сети.

Давая оценку дальности подхода к остановочным пунктам, 67% наших респондентов совершают его в течение менее 5 минут, 24% - в течение 6-10 минут, 8% - до 20 мин., и менее 2% вынуждены идти до остановки более 20 мин. пешком.

Теряют время в ожидании общественного транспорта более 15 мин. лишь 7% опрошенных, 11-15 мин. – 17 %, 6-10 мин. - половина респондентов и четверть - ожидают транспорт менее 5 мин.

Без пересадок доехать до места назначения имеют 35% респондентов, на 3% меньше - делают одну пересадку, достаточно много опрошенных - четверть - едут с двумя пересадками и 7% имеют большие сложности в этом отношении и вынуждены совершать три пересадки и более. В исследовании [8] количество совершаемых населением пересадок не определялось.

В нашем исследовании респонденты указали на важность такого параметра как комфорт во время поездки в общественном транспорте, в то время как в [8] этот фактор не был обозначен,

что говорит либо о неполноте опросника [8], либо о повышении требований (запросов) потребителей к качеству транспортного обслуживания по прошествии 4 лет.

Повышение степени оснащения и комфорта остановочных пунктов и пересадочных узлов, в том числе оборудование их информационными платформами с отображением движения общественного транспорта в режиме реального времени, отчасти позволит нивелировать неудобства пассажиров, связанные с пересадками и повысит удовлетворенность потребителей системой информационного обслуживания при получении транспортных услуг [10, 11].

В целом оценивая работу общественного транспорта, почти половина фокус-группы удовлетворена этим параметром, в том числе комфортностью поездки, 10% оценивают работу выше среднего (полностью удовлетворены), пятая часть – затрудняется в выставлении оценки, а чуть менее пятой части (18%) – не удовлетворены ни работой общественного транспорта, ни комфортностью поездок на нем.

Далее выявлена чувствительность горожан к стимулирующим и ограничительным мерам (табл.) по переключению спроса на общественный транспорт.

Результаты исследования выявили устойчивую поведенческую инерцию среди 20% респондентов, демонстрирующих абсолютную невосприимчивость к переходу с индивидуального автомобильного транспорта на системы коллективной мобильности.

Заключение

Представленное исследование выявило сложную систему детерминант, обуславливающих транспортное поведение жителей Санкт-Петербурга, и эффективность мер транспортной политики. Полученные результаты подтверждают необходимость комплексного подхода к оптимизации городской транспортной системы, сочетающего стимулирующие и ограничительные меры.

Анализ результатов исследования подтвердил, что выбор способа передвижения определяется не только стоимостью и временем в пути, но и целым рядом других факторов, включая комфорт, безопасность, доступность транспортной инфраструктуры и проч.

При этом, влияние социально-экономических факторов на выбор вида транспорта также подтвердилось, что подчеркивает необходимость учета социальной составляющей при разработке транспортной политики.

Таблица – Стимулирующие и ограничительные меры по переключению спроса на общественный транспорт (оригинальное исследование)

Меры		Количество респондентов отметивших действенность меры, %
Стимулирующие меры	Наращивание протяженности линий метро	49
	Увеличение зоны охвата наземным транспортом	46
	Повышение частоты движения транспортных средств	45
	Снижение наполнения подвижного состава в пиковое время	44
	Запуск скоростных трамваев	38
	Снижение стоимости проезда	36
	Увеличение скорости движения транспортных средств	29
	Повышение комфорта во время поездки	27
	Оснащение остановочных пунктов табло с информацией о движении транспорта	26
	Монетарные стимулы (скидки, вычеты, накопительные баллы, купоны и проч.) при использовании общественного транспорта	18
	Расширение зоны перехватывающих парковок	19
	Внедрение корпоративных программ субсидирования транспортных издержек персонала	12
	Увеличение количества остановочных пунктов	11
	Обеспечение бесплатного проезда льготным категориям граждан	8
	Развитие мультимодальности транспорта	7
Ограничительные меры	Жесткое ограничение на въезд в центральную часть города на личных автомобилях	38
	Повышение цен на топливо	23
	Сокращение бесплатных парковочных мест как следствие расширения зоны платной парковки	22
	Наличие платных дорог на пути следования	22
	Никакие рычаги давления не заставят отказаться от использования личного автомобиля	20
	Стимулирование использования и развитие дорожной сети для велотранспорта и СИМ	18
	Снижение скорости передвижения ввиду повышения загруженности дорог	16
	Повышение ставок транспортного налога и дополнительных налоговых платежей для автомобилиста	15
	Увеличение штрафных мер за нарушение ПДД	12
	Применение прогрессивных тарифов за парковку	12
	Расширение зоны видеоконтроля на дорогах	10

Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности стимулирующих мер, направленных на улучшение качества и доступности общественного транспорта, в то время как ограничительные меры находят поддержку в меньшей степени среди респондентов, хотя и показали определенную эффективность в сокращении автомобильного трафика на этих территориях. Это подчеркивает необходимость поиска баланса между стимулированием использования общественного транспорта и разумным ограничением автомобилизации.

Несмотря на преимущественно положительную оценку работы общественного транспорта, исследование выявило ряд проблем, требующих решения: недостаточная частота движения транспорта в часы пик, неудовлетворительное состояние инфраструктуры (остановки, пересадочные узлы), недостаточная информированность населения о маршрутах и расписании. Удовлетворенность работой общественного транспорта напрямую связана с частотой его движения и наполняемостью в пиковый период [12], что указывает на потенциал улучшения ситуации за счет повышения качества транспортного обслуживания [13, 14].

В целом, результаты исследования подтверждают необходимость разработки и реализации комплексной транспортной политики [15], учитывающей социально-экономические факторы, персональные предпочтения и оценки граждан.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на более детальное изучение влияния отдельных мер транспортной политики, а также на разработку более точных математических моделей и прогнозирования эффективности различных сценариев развития транспортной системы Санкт-Петербурга. Особое внимание следует уделить развитию интерактивных систем планирования поездок и мониторинга загруженности транспортной инфраструктуры в реальном времени, что позволит более эффективно управлять транспортными потоками и повысить уровень удовлетворенности населения работой городской транспортной системы.

Литература

1. Обеспеченность автомобилями в Петербурге | АВТОСТАТ: autostat.ru (дата обращения: 11.12.2024)
2. Агуреев И. Е., Ахромешин А. В. Подходы к формализации понятия транспортного поведения населения городских агломераций // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 60–70. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-60.
3. Ведомственная статистика Комитета по транспорту за 2015 - 1 полугодие 2024 года. URL: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_transport/statistic/ (дата обращения: 11.12.2024)
4. Пассажиропоток городского общественного транспорта Петербурга вырос на 110 млн человек в 2024 году. Комитет по транспорту. URL: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_transport/news/293140/ (дата обращения: 11.12.2024)
5. Макаревич С. К. Транспортное поведение жителей России: можно ли преодолеть «культ автомобильности» // Вестник Института социологии. 2025. Том 16. № 1. С. 137–162. DOI: 10.19181/vis.2025.16.1.8; EDN: RPAVQV.
6. Мулеев Е. Ю. Транспортное поведение населения России: краткий отчет о социологическом исследовании / Е. Ю. Мулеев. – М.: Институт экономики транспорта и транспортной политики НИУ ВШЭ. – 2015. – 37 с.
7. Савельева Е.О. Факторы формирования транспортного поведения в крупнейших городах России // Градостроительство. 2018. № 5 (57). С. 54-62. EDN: IIVGDL
8. Старшов Е.Д., Соколова Е.В. Факторы формирования транспортного поведения горожан (на примере Санкт-Петербурга) // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2021. № 2 (65). С. 123-135. DOI: 10.52897/2411-4588-2021-2-123-135
9. Менухова Т.А., Высоцкая М.С., Коковина С.А., Бородин Ю.В. Показатели комфортности транспортного обслуживания в городских автобусах // Транспортное дело России, 2019. №1. С.237-241. EDN: HJETFU
10. Менухова Т.А., Киптева В.А., Никитцына Т.С. Анализ современных решений, используемых при оборудовании остановочных пунктов городского пассажирского транспорта, с учетом общественного мнения // Транспортное дело России. 2023. № 2. С. 108-112. DOI: 10.52375/20728689_2023_2_108. EDN: OTGPYK
11. Киптева В.А., Никитцына Т.С., Менухова Т.А. Перспективы оборудования остановочных пунктов городского пассажирского транспорта // Наука и творчество: вклад молодежи. Сборник материалов всероссийской молодежной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Махачкала, 2022. С. 231-234. EDN: JUVULV
12. Максимова М.А., Берест Т.А., Менухова Т.А., Выявление закономерности изменения пассажиропотоков на городских маршрутах с учетом актуальных данных // Сборник материалов всероссийской молодежной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Махачкала, 2022, С.234-237. EDN: NEMBYJ
13. Шаврина В.С., Барнови Н.В. Повышение качества обслуживания автобусных перевозок на примере маршрута №158 г. Санкт-Петербурга // Воронежский научно-технический Вестник. 2024. Т. 3. № 3 (49). С. 106-117. URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/89798/view> (дата обращения: 24.03.2025)
14. Шаврина В.С., Чудакова Н.В. Оптимизация пассажирских автобусных перевозок на примере маршрута № 169а г. Санкт-Петербурга // Воронежский научно-технический Вестник. 2024. Т. 2. № 2 (48). С. 49-60. URL: <https://vntv.editorum.ru/ru/nauka/article/84717/view> (дата обращения: 24.03.2025)
15. Тезина Е.В. Систематизация мероприятий по минимизации личного автомобильного транспорта в городах // Сборник трудов конференции «Проблемы социального и научно-технического развития в современном мире». - Рубцовск: Рубцовский индустриальный институт, 2023. С.121-125. URL: https://www.ru-binst.ru/sites/default/files/files/science/conference_materials/stud_conf-23.pdf (дата обращения: 11.12.2024)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА ТРАНСПОРТОМ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

В.Н. Ложкин¹

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева»,
196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.*

Приводится анализ эмиссии от транспортно-промышленного комплекса загрязняющих атмосферу Санкт-Петербурга веществ и практики контроля их воздействия на население при чрезвычайно-опасном сочетании синоптико-метеорологических и логистических факторов. За 2012–2023 года автопарк вырос с 1760955 до 2053333, а выбросы от него сократились в 3 раза: от 419,3 до 140,6 тыс. т. От промышленности изменялись мало: от 68,9 (2012) – 83,9 (2018) до 66,7 тыс. т (2023). К 2024 году на автотранспорт приходилось 67,8% выбросов в атмосферу. Обилие осадков и мощные ветра, характерные для региона Санкт-Петербурга, вместе с обновлением парка транспорта, – способствовали благоприятной экологической ситуации: по актуальным поллютантам концентрации, в среднем, не превышали ПДК_{МР}. Но, в короткие периоды «воздушных застоев» (1-3 суток и повторяемостью в 2023 году 5,1%), локальные концентрации NO₂ достигают 4-7 ПДК_{МР}, PM_{2.5-10}, – 2-3 ПДК_{МР}. Научно-методические подходы мониторинга таких опасных ситуаций, обоснованные автором, внедрены в российских и международных документах.

Ключевые слова: физика атмосферы, транспорт, промышленность, поллютанты, чрезвычайная ситуация, мониторинг.

THE IMPACT OF THE PHYSICAL STATE OF THE ATMOSPHERE ON EXTREME AIR POLLUTION FROM TRANSPORT AND INDUSTRY IN ST. PETERSBURG

V.N. Lozhkin

*Saint Petersburg State Pedagogical University of the Ministry of Emergency Situations of Russia named
after Hero of the Russian Federation Army General E. N. Zinichev,
149 Moskovsky Prospekt, Saint Petersburg, 196105, Russia.*

The article analyzes emissions of substances polluting the atmosphere of St. Petersburg from the transport and industrial complex and the practice of monitoring their impact on the population under an extremely hazardous combination of synoptic-meteorological and logistical factors. In 2012–2023, the vehicle fleet increased from 1,760,955 to 2,053,333, while emissions from it decreased by 3 times: from 419.3 to 140.6 thousand tons. Emissions from industry changed little: from 68.9 (2012) – 83.9 (2018) to 66.7 thousand tons (2023). By 2024, motor transport accounted for 67.8% of emissions into the atmosphere. The abundance of precipitation and powerful winds typical for the St. Petersburg region, together with the renewal of the vehicle fleet, contributed to a favorable environmental situation: for current pollutants, concentrations, on average, did not exceed the LTC_{MS}. But, in short periods of «air stagnation» (1-3 days and a repeatability of 5.1% in 2023), local concentrations of NO₂ reach 4-7 LTC_{MS}, PM_{2.5-10}, – 2-3 LTC_{MS}. Scientific and methodological approaches to monitoring such dangerous situations, substantiated by the author, are implemented in Russian and international documents.

Key words: atmospheric physics, transport, industry, pollutants, emergency, monitoring.

Введение

В соответствии с действующим в РФ законодательством, указанным в работе [1], контроль загрязнения воздушной среды в Санкт-Петербурге объектами транспорта и энергетики [2, 3], аналогично зарубежной практике, производится инструментальными и расчетными методами [4, 5, 6]. Эмиссия поллютантов автотранспортом определяется его количеством (табл. 1) техническим

состоянием и характером движения по улично-дорожной городской сети [7, 8].

Данные табл. 1 позволяют сделать вывод о том, что уже к 2012 году наметилась тенденция «насыщения» эксплуатируемого парка транспортных средств в Санкт-Петербурге, которая к 2024 году характеризовалась незначительными колебаниями его численности. В табл. 2 приводятся данные изменения эмиссии в атмосферу, актуальных для Санкт-Петербурга, загрязняющих

веществ (ЗВ), содержащихся в отработавших газах двигателей автотранспортных средств за тот же временной период 2012–2023 гг. Выбросы поллютантов оценивались по новой версии Методики Росприроднадзора (Распоряжение № 37-р от

01.11. 2013 г.), адаптированной к структуре и техническому состоянию эксплуатируемого парка транспорта.

Таблица 1 – Изменение численности АТС в Санкт-Петербурге за период 2012–2023 гг. [1]

Годы	Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Автобусы	Всего
2012	1537473	201033	22449	1760955
2013	1741267	220067	21513	1982847
2014	1636336	213123	19838	1869297
2015	1638183	217738	20221	1876142
2016	1676379	214003	19659	1910041
2017	1710811	223662	29798	1964271
2018	1724410	226975	20948	1972333
2019	1744133	229764	21061	1994958
2020	1771034	231735	20951	2023720
2021	1800214	236683	20709	2057606
2022	1789182	238771	20599	2048552
2023	1789510	242466	21 357	2053333

Таблица 2 – Выброс ЗВ транспортом Санкт-Петербурга (2012–2023), тыс. т.

Годы	Всего	Твердые вещества (сажа)	SO ₂	CO	NO _x	CH ₄	NH ₃	ЛОС
2012	419,3	0,7	2,0	338,2	35,3	1,8	0,7	40,6
2013	464,3	0,8	2,2	374,4	38,9	2,0	0,8	45,1
2014	441,8	0,8	2,1	356,2	37,2	1,9	0,8	42,8
2015	446,7	0,8	2,2	360,1	37,7	1,9	0,8	43,2
2016	447,8	0,8	2,1	361,1	37,6	1,9	0,8	43,5
2017	470,8	0,9	2,3	379,8	39,6	2,0	0,8	45,5
2018	467,8	0,9	2,2	377,2	39,4	2,0	0,8	45,3
2019	134,0	0,6	1,2	106,7	17,3	0,2	2,3	5,8
2020	131,0	0,6	1,2	104,2	16,9	0,2	2,3	5,6
2021	128,9	0,5	1,2	102,4	16,7	0,2	2,3	5,5
2022	132,8	0,5	1,2	105,5	17,0	0,3	2,3	6,0
2023	140,6	0,6	1,2	112,3	17,6	0,2	2,3	6,4

Анализируя сведения табл. 2, можно отметить положительно что, в новейшей истории, в Санкт-Петербурге наблюдалось существенное уменьшение выброса с ОГ транспортных средств ЛОС (с 46,6 до 6,4 тыс. т., более, чем в 7 раз), CH₄ (с 1,8 до 0,2 тыс. т., в 9 раз), CO (с 338,2 до 112,3 тыс. т. т., более, чем в 3 раза), NO_x (с 38,9 до 16,7 тыс. т., более, чем в 2 раза), SO₂ (с 2,2 до 1,2 тыс. т., почти, в 2 раза). Беспрецедентный успех в природоохранной работе на транспорте, очевидно [9, 10], связан с внедрением технологий каталитической конверсии ОГ и использования дизельного топлива со сверхмалым содержанием S₂. Относительно слабое изменение эмиссии в воздушную

среду PM объясняется незначительной долей в грузовом парке дизельных двигателей с регенерируемыми фильтрами сажи. Рост выброса с ОГ NH₃ (с 2,3 до 0,7 тыс. т., более трех раз) связан с экологическими «издержками» внедрения технологии селективного каталитического восстановления N₂ из NO_x при помощи технической мочевины [11].

В табл. 3. приведены сведения по выбросам поллютантов с отходящими газами городских теплоцентралей (ТЭЦ) в период с 2012 по 2023 гг.

Как видно (табл. 3) от ТЭЦ выбросы ЗВ изменялись незначительно:

68, 9 тыс. т. – в 2012 году;

83,9 тыс. т. – в 2018 году;

66,7 тыс. т. – в 2023 году.

Авторы работы [1] обратили внимание на существенность зависимости качества атмосфер-

ного воздуха на уровне дыхания горожан от физического (синоптико-метеорологического – климатического состояния атмосферы в регионе). Данному вопросу посвящено настоящее исследование.

Таблица 3 – **Выбросы ЗВ от ТЭЦ** (2012–2023), тыс. т (*) сумма твердых, жидких и газообразных ЗВ; **) сумма углеводородов, исключая ЛОС)

Годы	Всего*	Твердые вещества	SO ₂	CO	NO _x	CH ₄ **	ЛОС
2012	68,9	1,9	5,6	19,1	27,7	8,8	4,7
2013	72,3	1,9	3,2	22,4	27,6	8,6	8,3
2014	70,5	2,1	2,6	21,1	24,5	15,0	5,0
2015	73,2	2,2	2,2	19,1	23,0	20,4	5,9
2016	78,3	2,3	2,5	21,6	25,6	20,8	5,1
2017	87,3	3,2	2,5	26,8	26,4	22,4	5,5
2018	83,9	4,4	2,0	27,3	26,2	18,7	4,8
2019	66,9	2,6	2,0	28,8	25,7	2,0	5,5
2020	67,0	3,0	2,3	27,7	25,1	1,9	6,6
2021	72,2	3,3	2,2	30,0	28,4	1,8	6,0
2022	70,3	3,2	2,3	29,6	27,4	1,9	5,5
2023	66,7	3,6	1,8	30,0	23,2	2,1	5,8

Исходная информация, методика и результаты исследования

Автоматическая система мониторинга качества атмосферного воздуха (АСМ) «Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности» Санкт-Петербурга (далее по тексту «Комитет» [1]) предоставляет заинтересованным организациям, специалистам и горожанам информацию о концентрациях SO₂, CO, NO, NO₂, O₃ и иных загрязнителей и «парниковых газов» в приземном воздушном слое, измеряемых каждые 20 минут в реально текущем времени (рис. 1).

Методика прогноза чрезвычайного загрязнения воздуха в регионе Санкт-Петербурга на мезо уровне разработана ранее с участием автора (грант РФФИ № 14-01-00733А). Она построена на логических аппроксимациях распределения концентраций ЗВ, получаемого всеми станциями и постами сети УГМС (рис. 1), с помощью математической модели робастной нейросети (в современной терминологии, – «искусственного интеллекта») по закону Гаусса [12].

Распространение в атмосфере ЗВ по Гауссу учитывает нормальный закон распределения для случайной величины:

$$q(t, x, y, z) = \frac{Q \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{(x-x'-ut)^2}{(\sigma_x)^2 t} + \frac{(y-y'-vt)^2}{(\sigma_y)^2 t} + \frac{(z-z'-wt)^2}{(\sigma_z)^2 t} \right) \right)}{(\sqrt{2\pi t})^3 \sigma_x \sigma_y \sigma_z}, \quad (1)$$

где x', y', z' – «привязка» источника эмиссии ЗВ по координатным осям; Q – поток эмиссии («мощность») во времени;

(u, v, w) – «разложение» по координатным осям напора ветра;



Рисунок 1 – Схемы расположения постов «Северо-Западного УГМС» и роза ветров

$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ – средние импульсы «квадратичного» отклонения концентраций ЗВ для конкретного момента времени t по осям OX, OY, OZ :

$$\begin{aligned}\sigma_x^2 &= \frac{2}{h} \int_0^h K_x(z) dz, \\ \sigma_y^2 &= \frac{2}{h} \int_0^h K_y(z) dz,\end{aligned}\quad (2)$$

$$q(t, x, y, z) = \int_{\Omega} \frac{Q \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{(x-ut-x')^2}{(\sigma_x)^2 t} + \frac{(y-vt-y')^2}{(\sigma_y)^2 t} + \frac{(z-wt-z')^2}{(\sigma_z)^2 t}\right)\right)}{(\sqrt{2\pi t})^3 \sigma_x \sigma_y \sigma_z} dx' dy' dz' \quad (3),$$

Интеграл уравнения (3) решается для области Ω , охватывающей территорию конкретного

где h – высота приземного слоя распространения примеси ЗВ в атмосфере.

В согласии с приемом «суперпозиции», осуществляем преобразование выражения (2) в его разрешении для концентрации ЗВ:

$$q(t, x, y, z; u, v, w) = \sum_{i=1}^N C_i \frac{Q \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{(x-ut-x_i)^2}{(\sigma_x)^2 t} + \frac{(y-vt-y_i)^2}{(\sigma_y)^2 t} + \frac{(z-wt-z_i)^2}{(\sigma_z)^2 t}\right)\right)}{(\sqrt{2\pi t})^3 \sigma_x \sigma_y \sigma_z}, \quad (4)$$

где C_i – значения числовых констант, (x_i, y_i, z_i) – «привязка» узлов интегрирования к декартовым осям, $i = 1, 2, \dots, N$.

Несложно заметить, что выражение (4) для q представляет искусственную нейросеть в ее формализации с помощью радиальной базисной функции «гауссиана» [12]. Подбор весов нейросети (4), линейно/нелинейно входящих в нее переменных C_i и (x_i, y_i, z_i) выполняем, так называемым, способом минимизации «функционала ошибки» [12]:

$$J = \sum_{j=1}^P \left| q(t, \bar{x}_j, \bar{y}_j, \bar{z}_j; u, v, w) - q_j(t; u, v, w) \right|^2. \quad (5)$$

Здесь $\{(\bar{x}_j, \bar{y}_j, \bar{z}_j)\}_{j=1}^P$ – некоторое множество «привязок» к декартовым осям в области Ω , для которой, предполагаем, известны значения содержания примеси ЗВ $\{q_j\}_{j=1}^P$, установленных АСМ (рис. 1).

На рис. 2 а), рис. 3 а) и рис. 4 а) показаны, рассчитанные по модели (1) – (5), качественные «картины» загрязнения городской атмосферы в относительных безразмерных единицах, соответственно, NO_2 , PM_{10} , NO для разных физических состояний атмосферы в приземном слое воздуха, регистрируемых визуально с помощью, соответствующих им, фотографиями «характера» истечения дымовых газов из трубы Южной ТЭЦ, сделанных автором:

Рис. 2 б), – ранние утренние часы. Заметна на фотографии, явно выраженная, температурная приземная инверсия на высотах 50-100 м при условиях «штиля», которая «прижимает» дымовые газы к поверхности Земли, способствуя непрерывному накоплению опасных ЗВ на уровне дыхания человека. Для такого физического состояния атмосферы, как можно заметить из рис. 2 а), ЗВ с территории города «перетекают» в область

пониженного давления над холодной водной поверхностью Финского залива (смотри рис. 1) с эпицентром концентрационного максимума NO_2 в точке с координатами $59^\circ 53'$ с. ш. и $30^\circ 06'$ в. д.;

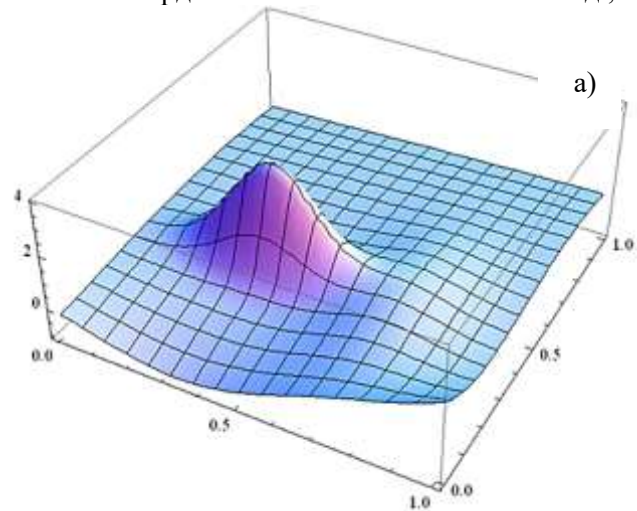


Рисунок 2 – 3D визуальная качественная модель загрязнения воздуха NO_2 (а) и фото истечения дымовых газов из трубы Южной ТЭЦ в утренние часы (б)

Рис. 3 б) – синоптическая «картина» распределения барического давления в регионе Санкт-Петербурга в день исследований (не приводится по причине громоздкости) соответствовала положению города «на стыке» взаимодействия циклона и антициклона, что всегда сопровождается неустойчивостью физики атмосферы в течение суток. В этой связи, вместе с появлением слабого ветра с юго-запада и его непрерывного усиления, как видим (рис. 3 а)) происходит вытеснение ЗВ, в частности PM_{10} , с области Финского залива в восточном направлении и накопление ЗВ в области Центрального района с экстремальным уровнем загрязнения PM_{10} в точке с координатами $59^{\circ}55'$ с. ш. и $30^{\circ}20'$ в. д.;

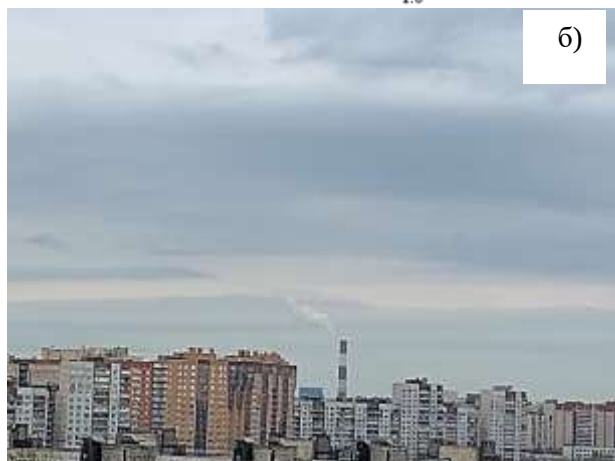
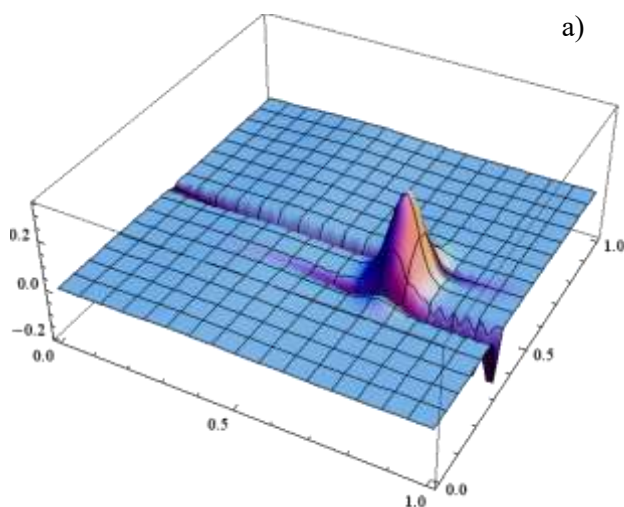


Рисунок 3 – 3D визуальная качественная модель загрязнения воздуха PM_{10} , (а) и фото истечения дымовых газов из трубы Южной ТЭЦ в дневные часы (б)

Рис. 4 б) – во второй половине дня и к вечерним часам наблюдалось усиление ветра с изменением его направления на северо-восток. Обработка по модели массива, измеренных АСМ, концентраций NO (рис. 4, а) показала, что, вместе с продолжением накапливания ЗВ в Центральном

районе, стал наблюдаться интенсивный их перенос в Выборгский район и, далее, в район Шува-лово-Озерки, с экстремумом концентрации NO , соответствующем координатам $59^{\circ}55'$ с. ш. и $30^{\circ}20'$ в. д.

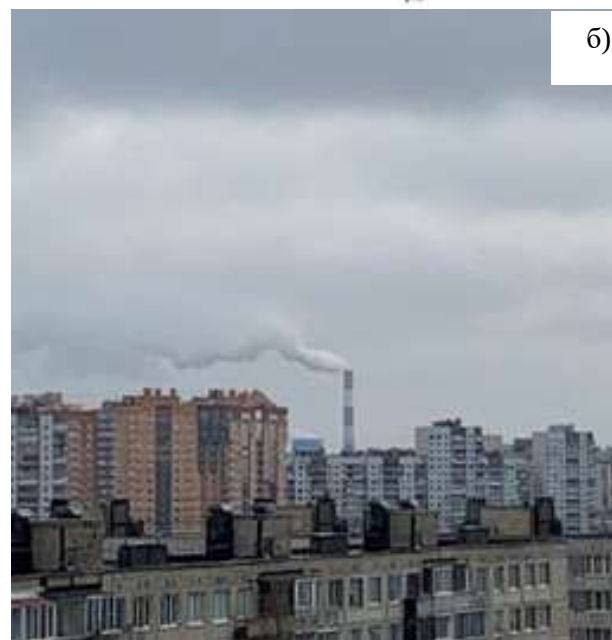
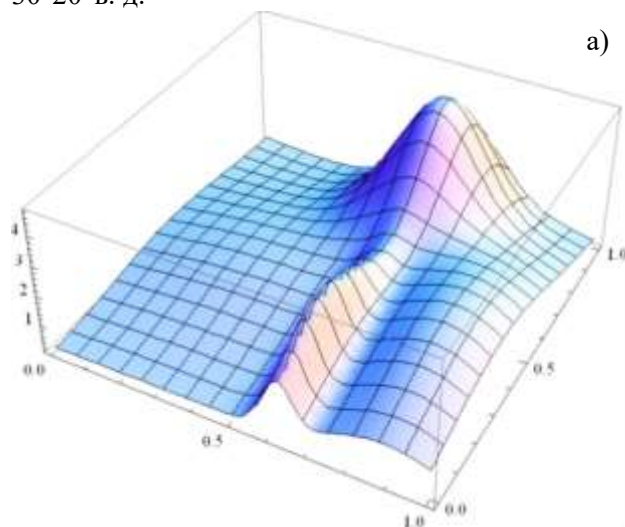


Рисунок 4 – Диаграмма загрязнения воздуха NO при усилении ветра с юго-запада

Выводы

1. Разработанная авторская методология контроля чрезвычайно опасных загрязнений воздушной среды поллютантами автотранспорта и промышленности городов (на примере Санкт-Петербурга) позволяет получать целостную «картину» динамики миграции и накопления ЗВ в приземном воздушном слое на *мезо-уровне* в границах всей исследуемой агломерации.

2. Она позволяет получать в динамике совокупный результат суммации множества локализованных процессов эмиссии в городскую воздушную среду ЗВ от передвижных (транспорт) и

стационарных источников (теплоцентрали) и дает основание для выделения и исследования загрязнения атмосферы на детализированном уровне: отдельные участки улиц, дорожных пересечений, мест одновременной эксплуатации автомобилей, водного транспорта и т.п. (представлены в работах автора [2, 3, 7, 10]).

3. Разработанная оригинальная методика мониторинга экстремального загрязнения городской воздушной среды, на примере региона Санкт-Петербурга, нашла применение в соответствующих целевых научных региональных анализах [1], способствует своевременному выявлению, подобных исследованным в статье ЧС, в целях оперативного и эффективного на них реагирования подразделениями МЧС России.

Литература

1. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2023 году / Под редакцией А.В. Германа, И.А. Серебрицкого – СПб. : 2024. – 221 с [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/statistic/development/>.
2. Ложкина О.В., Малышев С.А., Хахленов А.В. Исследование опасного загрязнения придорожного воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами PM10 и PM2,5 на примере Санкт-Петербурга / Проблемы управления рисками в техносфере, 2021, № 2 (59), С. 96–103. EDN: ETSSIG.
3. Ложкин, В.Н. Прогнозирование ситуаций опасного загрязнения воздушной среды Санкт-Петербурга поллютантами транспорта и объектов теплоэнергетики / Актуальные проблемы морской энергетики : Материалы !! МНПК, Санкт-Петербург, 17–18 февраля 2022 года. – СПб. : СПбГМТУ, 2022. – С. 65-68. – DOI 10.52899/9785883036322_65_68. – EDN QFBEAV.
4. Sofija Nikolova, Anton Causevski, Atanas Iliev ENVIRONMENTAL IMPACT OF EMISSIONS OF THERMAL POWER PLANTS OPERATION // 8. celoštátna konferencia ENERGETIKA – EKOLÓGIA – EKONÓMIA '09: 27. – 29. mája 2009 / Nový Smokovec Vysoké Tatry, Slovensko [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/261724970>.
5. Fan, JY; Li, AY; Ilahi, A; Gao, K; Emission impacts of left-turn lane on light-heavy-duty mixed traffic in signalized intersections: Optimization and empirical analysis (MAY, 2023), HELIYON, Publisher name ELSEVIER SCI LTD, V. 9, Iss. 5. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e16260.
6. Sordyl, A., Chlopek, Z., Merkisz, J., CORRELATION STUDIES OF PROCESSES: VEHICLE VELOCITY, POLLUTANT EMISSIONS, AND VEHICLE FUEL CONSUMPTION IN THE WORLD-WIDE LIGHT-DUTY TEST CYCLE / TRANSPORT PROBLEMS, V. 19, Iss. 2. – 2024. – P. 229-241. DOI: 10.20858/tp.2023.19.2.18165.
7. Ложкин В.Н., Сацук И.В. Роботизированная диагностика чрезвычайно-опасных режимов эксплуатации двигателей пожарных машин в парадигме интеллектуализации транспортных систем / Техничко-технологические проблемы сервиса. 2024. № 4 (70). – С. 23-27 [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://unecon.ru/zhurnal-ttps;http://elibrary.ru/>. EDN. – CTJFFN/.
8. Rosalind O'Driscoll, Marc E.J. Stettler, Nick Molden, Tim Oxley, Helen M. ApSimon (2018) Real world CO2 and NOx emissions from 149 Euro 5 and 6 diesel, gasoline and hybrid passenger cars / Science of The Total Environment, V. 621, No. 15. – 2018. – P. 282-290. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.271.
9. Решение Комиссии Таможенного союза N 877 от 09.12.2011 (ред. от 27.09.2023) «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (вместе с «ТР ТС 018/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств») [электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://legalacts.ru/doc/reshenie-komissii-tamozhennogo-soiuza-ot-09122011-n-877-o/?ysclid=lpfchgsuyg952550441>.
10. Ложкин В.Н., Ложкина О.В. Информационные процессы в управлении комплексной безопасностью транспорта: стратегическое планирование и моделирование / Монография. Под общ. ред. Б.В. Гавкалюка. – СПб. : Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2022. – 164 с. – ISBN 978 -5-907489-15-8.
11. Valverde, V.; Kondo, Y.; Otsuki, Y.; Krenz, T.; Melas, A.; Suarez-Bertoa, R.; Giechaskiel, B. Measurement of Gaseous Exhaust Emissions of Light-Duty Vehicles in Preparation for Euro 7: A Comparison of Portable and Laboratory Instrumentation. Energies 2023, 16, 2561. DOI: 10.3390/en16062561.
12. Васильев А.Н., Тархов Д.А., Нейросетевое моделирование. Принципы. Алгоритмы. Приложения. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2009. – 528 с. – ISBN: 978-5-7422-2272-9. EDN: QMTVRJ.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕГРАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ НОВЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ

К.И. Саркисова¹, А.А. Белехов²

ФГБОУ «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д.4.

В статье рассматривается процесс разработки и внедрения интеграционной платформы, предназначенной для оценки транспортной доступности новых жилых комплексов. Платформа позволяет анализировать различные аспекты транспортной инфраструктуры, включая доступность общественного транспорта, заторовую ситуацию на ближайших узлах, наличие парковочных мест и другие факторы, влияющие на комфорт проживания. Особое внимание уделено практическим аспектам применения разработанной системы, которая была апробирована на выборке из более 50 жилых комплексов, расположенных в разных районах Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Описана роль платформы в принятии решений при проектировании и строительстве новых жилых объектов.

Ключевые слова: новые жилые комплексы, транспортная инфраструктура, городской пассажирский транспорт, доступность, мобильность, мегаполис, улично-дорожная сеть.

INTEGRATION PLATFORM DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION FOR THE TRANSPORT ACCESSIBILITY ASSESSING FOR NEW RESIDENTIAL COMPLEXES

K.I. Sarkisova, A.A. Belekhov

*Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, 190005, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya St., 4.*

The article discusses the integration platform developing process and implementing to assess the new residential complexes transport accessibility. The platform allows analyze various aspects: the transport infrastructure, including the public transport availability, congestion at nearby hubs, parking spaces and other factors affecting the comfort of living. Special attention is paid to the application developed system practical aspects, which was tested on a sample of more than 50 residential complexes located in different districts in Saint Petersburg and the Leningrad region. Platform's role in decision-making in the design and construction of new residential facilities is described.

Keywords: new residential complexes, transport infrastructure, public transit, accessibility, mobility, megapolis, road network.

Обеспечение транспортной доступности новых жилых комплексов (ЖК) является одной из важнейших задач для городских властей и застройщиков. Покупатели недвижимости, в числе основных критериев при покупке жилья, обращают внимание на транспортную доступность. Одним из существенных аспектов при выборе жилья для них является время, затрачиваемое на поездки до работы или учёбы. Понятие транспортной доступности охватывает несколько факторов, которые более подробно рассматриваются в данной платформе.

В последние годы рост населения в мегаполисах привёл к увеличению темпов строительства новых ЖК [1]. В связи с быстрым ростом агломераций и увеличением численности населения, проблема транспортной доступности новых ЖК становится все более актуальной. Темпы возведения

недвижимости в России могут конкурировать с рядом зарубежных стран. Ввод в действие жилых домов в стране составляет 700 м² в расчёте на 1000 человек населения. Это свидетельствует о том, что строительная отрасль в России активно развивается и предлагает новые жилые комплексы для удовлетворения растущего спроса на жильё. На рисунке 1 изображён график ввода в действие жилых домов в расчёте на 1000 человек населения в России и в отдельных зарубежных странах в 2022 г. На рисунке 2 приведена динамика застраиваемого жилья в агломерации Санкт-Петербурга за 2024 г.

Проанализировав данные, представленные на рисунках 1 и 2, можно отметить, что наблюдается активный рост возводимой недвижимости как в России в целом, так и в агломерации Санкт-Петербурга в частности. Важно проводить оценку транспортной доступности не только в пределах

EDN QHCGSB

¹Саркисова Карина Ивановна – студент кафедры Транспортных систем и дорожно-мостового строительства, тел.: +7(960)019-25-24 e-mail: karinko-2003@yandex.ru;

²Белехов Александр Александрович – кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры Транспортных систем и дорожно-мостового строительства, тел.: +7(905)204-91-84, e-mail: ibddgasu@gmail.com.

городской территории, ограниченной административными границами, но и по всей агломерации,

жители которых совершают ежедневную маятниковую миграцию до крупного города с рабочими и иными целями.

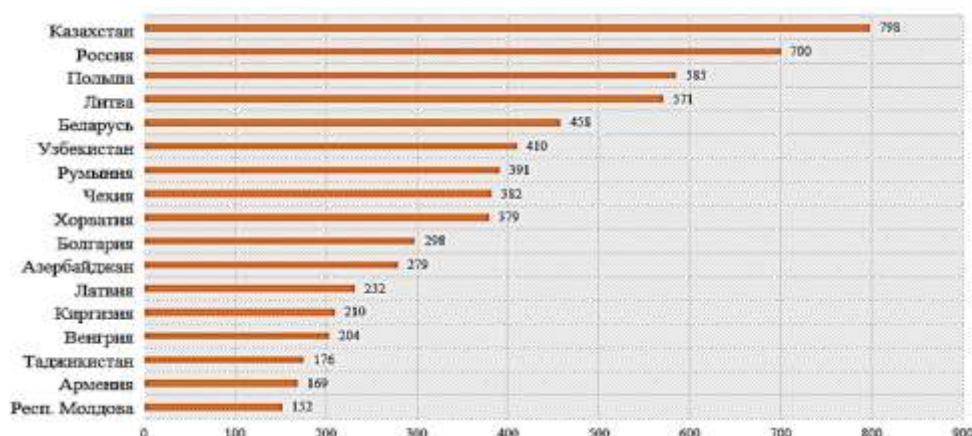


Рисунок 1 – График ввода в действие жилых домов в расчёте на 1000 человек населения в России и в отдельных зарубежных странах в 2022 г.

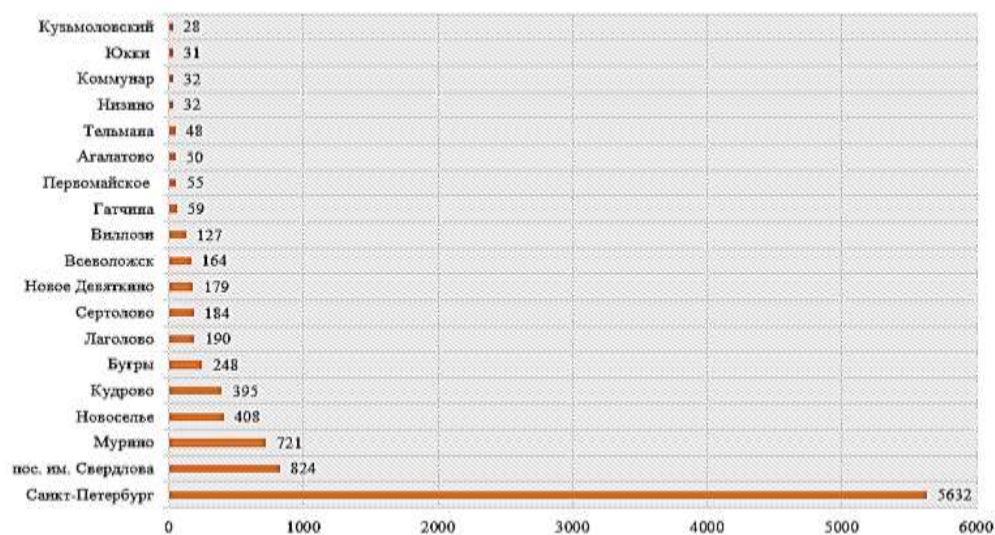


Рисунок 2 – Динамика застраиваемых ЖК в агломерации Санкт-Петербурга за 2024 г. [1]

Немаловажной задачей улучшения транспортного обслуживания новых ЖК является усиление пространственной связи за счёт близости расположения основных точек приложения (социальных, трудовых, рекреационных и др.) и предоставления качественных транспортных услуг. Эффективное смешанное использование определяется не только пространственно, но также экономически и социально. Необходимо обеспечивать связи новых жилых районов и существующей агломерации, учитывая различные факторы, такие как плотность застройки, наличие общественного транспорта, велосипедных дорожек и других показателей.

Быстрое расширение границ городской агломерации приводит к ряду последствий, например:

- увеличение численности населения, способствующее экономическому росту и развитию города, однако создающее в ряде случаев проблемы с доступностью жилья, инфраструктуры и транспортным обслуживанием;

- рост городской застройки (расширение границ агломерации приводит к увеличению площади земельного участка, занимаемого городом);

- развитие транспортной сети, приводящее к необходимости улучшения транспортной инфраструктуры: строительству новых автомобильных дорог, железнодорожных станций, станций метрополитена, внедрению маршрутов наземного городского пассажирского транспорта (НГПТ), установки остановочных пунктов (ОП) [2] и др.;

- изменение облика города, влияющее на культурную и историческую составляющую города;

- экономическое развитие агломерации (привлечение инвестиций и создание рабочих мест для населения).

Чтобы уменьшить последствия от быстрого расширения границ городской агломерации можно применить несколько методов при проектировании новых ЖК. Для оценки транспортной доступности можно перечислить несколько основных методов: потенциалов, изохор, показателей транспортной доступности, инверсионных балансов и др. [3]. Оценка представляет собой подсчёт средневзвешенного балла, включающего в себя расчёт каждого из показателей, затем определение целеполагания и границ (минимума и максимума) каждого из показателей и дальнейшее определение весовых коэффициентов. Система весовых коэффициентов имеет важное значение для всех групп населения, поскольку при проектировании ЖК наибольшее значение должно быть уделено транспортной доступности в следующем порядке: общественный транспорт (ОТ), пешеходное движение, велосипедное движение и личный транспорт.

Для упрощения восприятия транспортной доступности, итоговый балл будет переведён в текстовое значение. В рамках интеграционной платформы доступность будет разделена на три уровня: высокий (итоговое значение от 7 до 10); средний (итоговое значение от 4 до 6) и низкий (итоговое значение от 1 до 3).

Доступность транспорта и ЖК для маломобильных групп населения необходимо учитывать не только для ОТ, но и для самого комплекса. Значимость показателей можно регулировать с помощью весовых коэффициентов, определяя перед этим цель и задачи проводимого исследования. Например, при строительстве социального жилья наиболее значимым критерием можно отметить доступность для маломобильных групп населения (МГН), весовой коэффициент у которого будет выше. Кроме того, весовой коэффициент будет различным для комплексов, расположенных в различных частях Российской Федерации.

Весовые коэффициенты в рамках интеграционной платформы ограничены: $0,5 < x_{i1} \leq 1,5$. Наиболее высокое значение коэффициента присвоено показателям загруженности автомобильных дорог в области ЖК до и после ввода в эксплуатацию. Данный показатель имеет высокую значимость, поскольку от заторовой ситуации зависит скорость сообщения ЖК как для личного, так и для общественного транспорта. Наименьший весовой коэффициент был присвоен показателю инфраструктуры для пользователей средствами индивидуальной мобильности (СИМ) и велосипедистов, поскольку число активных велосипедистов и лиц, использующих СИМ в Санкт-Петербурге, составляет около 5%. К тому же, высокая интенсивность

движения велосипедистов и СИМ составляет шесть месяцев (с мая по октябрь) в году, что свидетельствует о неравномерности использования данного вида транспорта.

Методика расчёта показателей включает в себя ввод ограничений на каждый из показателей некоторым интервалом значений, устанавливаемых в качестве минимально и максимально допустимых. Получившуюся систему показателей, можно представить в виде m -мерного пространства, приведённую в формуле (1).

$$\begin{cases} x_1^* \leq x_{i1} \leq x_1^{**} \\ \dots \\ x_j^* \leq x_{ij} \leq x_j^{**} \\ \dots \\ x_m^* \leq x_{im} \leq x_m^{**} \end{cases}, \quad (1)$$

где x_j ($j = \overline{1, m}$) – рассматриваемый показатель транспортной доступности; i – номер решения.

Стоит отметить, что исследуемые величины имеют широкий диапазон ограничений и разную размерность, поэтому необходимо выполнить нормализацию исходных данных. В случае ограничения показателя интервалом значений станет возможным воспользоваться расчётом по формуле (2).

$$x_j = \frac{x_j^0 - x_j^*}{x_j^{**} - x_j^*}. \quad (2)$$

В случае ограничения показателя максимальным и минимальным значениями, зависимость принимает вид, приведённая в формулах (3) и (4) соответственно.

$$x_j = \frac{1}{1 - \frac{x_j^0}{x_j^*}}; \quad (3)$$

$$x_j = \frac{1}{1 - \frac{x_j^*}{x_j^0}}. \quad (4)$$

При этом на параметр x_j^0 обязательно накладывают ограничения, приведённые в формуле (5).

$$\begin{cases} x_j^0 \neq 0; \\ x_j^* \neq 0; \\ x_j^0 \neq x_j^*. \end{cases} \quad (5)$$

Формулы (1 – 5) использовались для расчёта значений показателей, используемых в интеграционной платформе и представленных в таблице 1. В таблице приведены минимальные и максимальные ограничения данного показателя, выведенные на основе статистических данных, их единицы измерения и коэффициенты весомости. Показатели, представленные под номерами 1, 6, 7, 8, 9 и 14 определяются картографическим способом. Показатели, характеризующие работу пассажирского транспорта (2, 3, 4, 5, 10 и 11) были определены статистическим способом на основании текущей и перспективной ситуации.

Таблица 1 – Показатели транспортной доступности

№	Показатель	мин. огр.	макс огр.	ед. изм.	Кэф-т весомости
1	Расстояние от метрополитена	380	19800	м	1,5
2	Наличие системы скоростных видов транспорта	0	2	шт.	1,2
3	Альтернативные виды НГПТ	1	4	шт.	0,8
4	Количество маршрутов НГПТ, обслуживающих ЖК (в районе 500 м)	1	17	шт.	1,0
5	Интервал движения ОТ по ОП (в среднем)	0,9	30	мин	1,0
6	Расстояние от ОП	142	880	м	1,0
7	Расстояние от центра (вне час-пик)	5	74	мин	1,3
8	Инфраструктура	0	3	шт.	1,1
9	Время подъезда к крупным транспортным магистралям (КАД и ЗСД)	2	25	мин	1,1
10	Загруженность ОТ	0,45	1	чел./м ²	1,0
11	Доступность ОТ для МГН	0	5	шт.	1,0
12	Средняя оценка по транспортным заторам (существующая) по ближайшим улицам	0,1	1,53	—	1,3
13	Средняя оценка по транспортным заторам (проектируемая) по ближайшим улицам	0,1	1,55	—	1,3
14	Наличие инфраструктуры для СИМ/велосипедов	0	4	шт.	0,8
15	Количество парковочного пространства	0,3	3,3	машино-мест/кв	1,0
16	Безопасность въездов/выездов с комплекса	0,1	1	—	1,0
17	Загруженность и количество въездов/выездов с комплекса	0,1	1	—	1,0

Загруженность НГПТ (показатель 10) была взята за ноябрь 2024 года, также, как и средняя оценка по транспортным заторам ЖК по ближайшим улицам. Количество машино-мест, проектируемых в ЖК (15), приведено на официальных сайтах застройщиков и на сайте единой информационной системы жилищного строительства [4]. Для показателя загруженности и количества въездов (выездов) с комплекса было применено имитационное моделирование въездов и выездов из ЖК. Для оценки безопасности въездов и выездов ЖК был применён расчёт уровня опасности пересечения и вычисление вероятностного уровня ДТП [5,6]. На рисунке 3 приведены ЖК, на которых был апробирован метод. Результаты полученной оценки транспортной доступности выбранных ЖК в агломерации Санкт-Петербурга были сведены в таблицу 2.

Проанализировав данные из таблицы 2, можно отметить, что полученная дельта составляет 4,23. Наиболее высокий балл был присвоен ЖК Шереметьевский дворец (7,31), поскольку в комплексе представлены такие виды НГПТ, как автобусы и трамваи, суммарный интервал движения в утренний час пик составляет 1,39 мин, а также комплекс расположен рядом с крупными транспортными узлами, т.е. обладает высокой транспортной доступностью [4].

Наименьший показатель транспортной доступности был присвоен ЖК Золотые Купола – 3,08 (низкая транспортная доступность). Комплекс расположен в отдалении от метрополитена (19800 м) и крупных транспортных узлов (19 мин), что тоже соответствует полученной оценке.

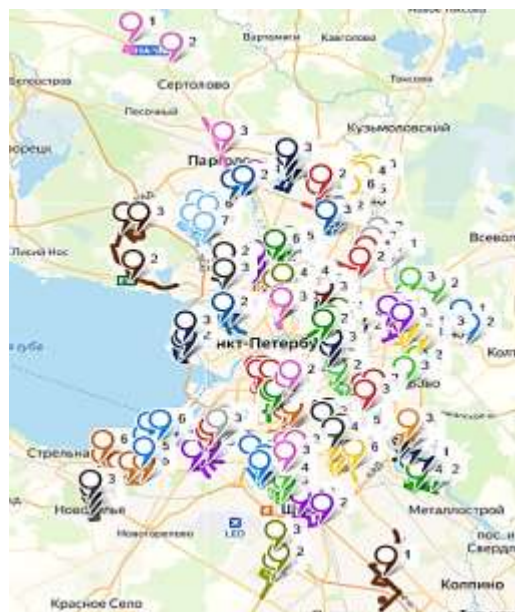


Рисунок 3 – Выбранные ЖК для оценки транспортной доступности

Кроме того, была проведена проверка разработанного метода посредством создания «эталонного ЖК», каждый из показателей которого был оценён на высшую оценку (на 10). Итоговый балл ЖК равен 10, что соответствует высокой транспортной доступности комплекса.

Таблица 2 – Оценка транспортной доступности выбранных ЖК в агломерации Санкт-Петербурга

№	наименование ЖК	место ЖК	балл
1	ЖК Шереметьевский дворец	1	7,31
2	ЖК Солнечный город	18	5,31
3	ЖК Расцветай в Янино	53	3,72
4	ЖК Зеленый квартал	46	3,95
5	ЖК Чистое небо	34	4,69
6	ЖК Юнтолово	44	4,05
7	ЖК Золотые Купола	55	3,08
8	ЖК Цветной город	51	3,79
9	ЖК Id Мурино	52	3,77
10	ЖК Аквилон Zalive	38	4,60
11	ЖК Огни Залива	23	5,15
12	ЖК Лермонтовский, 54	2	6,82
13	ЖК Аэросити-1	54	3,49
14	ЖК Живи в Рыбацком	39	4,35
15	ЖК Город первых	45	3,96
16	ЖК Приневский	43	4,11
17	ЖК Белевский Клуб	29	4,76
18	ЖК NEWПИТЕР	26	4,81
19	ЖК Новое Купчино	30	4,74
20	ЖК Аквилон Leaves	32	4,73
21	ЖК Полис на Московской	33	4,72
22	ЖК Морская миля	20	5,23
23	ЖК Кировский Авенир	7	6,12
24	ЖК Id Парк Победы	5	6,26
25	ЖК Е. Волюция	3	6,39
26	ЖК Витебский парк	21	5,22
27	ЖК ЛСР. Большая Охта	28	4,76
28	ЖК Ленсоветовский	47	3,92
29	ЖК Академик	22	5,17
31	ЖК Glorax Балтийская	12	5,88
32	ЖК Astra Marine	6	6,16
33	ЖК Аквилон Stories	40	4,27
34	ЖК Тихий Город	48	3,88
35	ЖК Малоохтинский проспект, 68	31	4,73
36	ЖК Upoint	42	4,20
37	ЖК Чёрная речка, 41	50	3,80
38	ЖК Б15	27	4,77
39	ЖК Приморский квартал	14	5,75
40	ЖК Северная долина	36	4,68
41	ЖК Панорамный парк Сосновка	35	4,69
42	ЖК Эндфилд	11	5,89
43	ЖК Артлайн	16	5,42
44	ЖК Новоорловский	25	4,99
45	ЖК Familia	9	6,04
46	ЖК Новый Лесснер	49	3,86
47	ЖК Шекспир	24	5,07
48	ЖК маленькая Франция	13	5,86
49	ЖК Цивилизация на Неве	15	5,63
50	ЖК На Софийской	19	5,26
51	ЖК Смольный Парк	37	4,61
52	ЖК Ржевский Парк	41	4,24
53	ЖК Ириновский	17	5,41
54	ЖК Дефанс	10	6,01
55	ЖК Мануфактура	8	6,09
56	ЖК Медиа	4	6,36

Заключение

Разработка и внедрение интеграционной платформы для оценки транспортной доступности новых ЖК является актуальной темой в области развития городской инфраструктуры и транспортной доступности. Платформа позволяет учесть множество факторов, влияющих на транспортную доступность, и предоставить более точную и объективную оценку, обладая при этом определенной гибкостью.

Использование разработанной платформы может помочь городским планировщикам и застройщикам принимать более обоснованные решения при выборе места для строительства ЖК, а также при разработке планов развития городской инфраструктуры. Кроме того, платформа важна и для будущих жителей новых ЖК, поскольку они могут учесть целесообразность покупки жилья, что, свою очередь, может привести к созданию более удобных и безопасных жилых районов, повышению качества жизни горожан и снижению транспортных проблем в городах.

Для успешного внедрения интеграционной платформы необходимо провести дополнительные исследования и разработки, чтобы учесть все особенности и потребности различных городов и регионов. Кроме того, важно обеспечить доступ к платформе для всех заинтересованных сторон, включая городских планировщиков, застройщиков, жителей и другие организации.

Литература

1. Официальный сайт единой информационной системы жилищного строительства. Основные показатели жилищного строительства : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://наш.дом.рф/аналитика/показатели_жилищного_строительства, свободный. – (дата обращения: 10.02.2025).
2. Саркисова, К. И. Метод оценки транспортной доступности общественного транспорта новых жилых районов мегаполисов / К. И. Саркисова, А. А. Белехов // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 4-2(87). – С. 10-20.
3. Транспортная доступность как индикатор развития региона. Лавриненко П. А. [и др.]. Проблемы прогнозирования. №6. 2019. С. 136-146.
4. Жилой фонд в Ленинградской области. Сервис Дом.МинЖКХ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dom.mingkh.ru/leninskaya-oblast/>, свободный. – (дата обращения: 10.02.2025).
5. M. A. Saif, M. M. Zefreh, A. Torok. Public Transport Accessibility: A Literature Review. 2019. 47(1). P. 36-43.
6. Тархов С. А. Транспортная доступность. Общественный интерактивный энциклопедический портал «Знания». №4. 2022.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОРСКИХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Зайцева¹, В.Д. Марченко², О.В. Тюльпина³

БФУ им. И. Канта, ОНК «Институт высоких технологий», Калининград, Россия, ул. Генерал-лейтенанта Озерова, 57

В данной статье описывается суть морских контейнерных перевозок и перспективы их развития в Калининградской области. Выделены основные достоинства и недостатки морских контейнерных перевозок по сравнению с другими видами. Проанализированы операторы морских перевозок, работающих на территории Калининградской области.

Ключевые слова: контейнерные перевозки, морские перевозки, тенденции развития, достоинства.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SEA CONTAINER TRANSPORTATION IN THE KALININGRA REGION

M.V. Zaytseva, V.D. Marchenko, O.V. Tyulpina

BFU named after I. Kant, Educational and Scientific Cluster "Institute of High Technologies", Russia, Kaliningrad, General-Lieutenant Ozerov Street, 57.

This article describes the essence of sea container transportation and the prospects for its development in the Kaliningrad region. The main advantages and disadvantages of sea container transportation compared to other types are highlighted. Maritime transportation operators operating in the Kaliningrad region are analyzed.

Key words: container transportation, sea transportation, development trends, advantages.

Калининградская область – эксклавная часть России, расположенная на Балтийском побережье. Она отделена от основной части России Литвой и Беларусью, граничит с Польшей и Литвой. На территории Калининградской области действует специальный таможенный, налоговый и инвестиционный режим, направленный на развитие региона. От уплаты ввозных таможенных пошлин и НДС на ввозимые товары освобождены предприятия, занимающиеся деятельностью в Калининградской области. По сравнению с другими портами в регионе Северной Европы, Калининградская область имеет преимущество для сотрудничества с международными транспортными компаниями.

За последние несколько лет наблюдается значительный рост морских контейнерных перевозок в Российской Федерации, вызванный в основном внешними политическими факторами. Контейнерные морские перевозки обладают экологическими преимуществами, способствуя снижению загрязнения по сравнению с другими видами транспорта, т.к. на данный момент современные суда обладают более высокими экологическими стандартами. Грузооборот морских контейнерных перевозок вырос на 36% в 2023 году, существенно превышая объемы грузооборота за

2022 год. Особенно явно это ощутила Калининградская область, активно использующая на данный момент морские перевозки из-за санкций, введенных против России, требующих адаптации к новым условиям, что приводит к необходимости увеличения объемов перевозок и развития контейнерных линий. [1].

На территории Калининградской области действуют два порта, задействованные в контейнерных перевозках: КМТП (Калининградский морской торговый порт), находящийся в Калининграде и порт «Балтийск», находящийся в Балтийске. Порты в Калининградской области намерены активно расширять причалы и улучшать технологии обработки грузов, привлекая инвестиции и модернизируя портовые мощности, при этом, стараясь минимизировать воздействие морских перевозок на экологическую обстановку.

Если брать во внимание Калининградский морской порт, то только за первые 8 месяцев 2024 года грузооборот составлял 814 тыс. тонн контейнерных грузов. Эти данные свидетельствуют о том, что перевалка контейнеров в 2,5 раза превышает показатели за аналогичный период прошлого года.

Согласно данным InfraNews, по итогам 8 месяцев 2024 года, контейнерооборот порта Калининград вырос в 1,6 раза к прошлогоднему показателю и достиг 162,5 тыс. TEU [2].

Тенденция на увеличение доли контейнерных перевозок в грузовом сообщении с Калининградом просматривается и в росте числа судов на местных регулярных линиях, способных перевозить контейнеры. Также, развитие морских контейнерных перевозок влияет на экономику региона за счет создания новых рабочих мест. Кроме того, развитие морских контейнерных перевозок имеет прямую зависимость с развитием местного производителя, имеющего возможность экспортировать местную продукцию через морские пути. Согласно информации Росморречфлота, сегодня транспортную доступность региона обеспечивают 27 судов, 17 из которых задействованы именно под контейнерные отправки.

На данный момент курсируют между Санкт-Петербургом и портами Калининградской области суда следующих компаний: Пелленг, ТБК (Транс-Бизнес-Консалтинг), ФЕСКО, Алгоритм и Трансмарин. Это одни из самых крупных транспортно-логистических компаний в России.

Рассмотрим более детально каждую компанию и суда, курсирующие между Санкт-Петербургом и Калининградом.

1. Компания «Пелленг». Обладает своим морским транспортом и собственным контейнерным парком. На данный момент компания владеет 3 судами: «МИА», «АЛИСА», «КРИСТАЛ ВЛАДИВОСТОК».

2. Компания «ТБК» (Транс-Бизнес-Консалтинг). Обладает своим морским транспортом: «Амбал», «Антей», «Балтийск», «Генерал Черняховский», «Маршал Рокоссовский», «Спарта», «Спарта II». В среднем, судно идет 2-3 дня в зависимости от технических возможностей судна и погодных условий.

3. Компания «ФЕСКО». У транспортной компании курсирует только одно судно между Санкт-Петербургом и Калининградом - «Феско-Наварин». На данный момент это – судно на ремонте.

4. Компания «Алгоритм». Имеет свой морской транспорт, но не обладает контейнерным парком. Курсируют между Калининградом и Санкт-Петербургом: теплоход «Сергей Бодров», паром «Патриа», который на данный момент тоже находится на техническом обслуживании и теплоход «М.Т. Ефремов». В феврале 2023 года «Алгоритм Групп» в качестве субсидий на морские перевозки по калининградскому направлению была одобрена сумма в 1 млрд руб.

5. Компания «Трансмарин». Также имеет свой морской транспорт, но не обладает контей-

нерным парком. Владеет двумя судами, курсирующими между Санкт-Петербургом и Калининградом: «Холмогоры» и «Новодинск».

На рис. 1 представлены объемы грузов, доставленные паромом в Калининградскую область в июне 2023 года.



Рисунок 1 – Объем грузооборота морских перевозок в Калининградскую область

Для удержания цен и увеличения объема перевозок государство оказывают финансовую помощь Калининградской области в виде субсидий ежегодно. На данный момент уже в 2024 году область получила дополнительно 1,8 млрд. рублей. Благодаря таким льготам, объем перевозок вырос до 0,85 млн. тонн. [3] Данные цифры свидетельствуют о росте экономической активности в регионе. Субсидии способствуют удержанию ценового диапазона, спровоцированного увеличению за счет логистических издержек. Данная государственная поддержка позволяет улучшать доступность определенных категорий товаров для населения.

Но претендовать на субсидии могут только российские организации, изучающие морские перевозки грузов с использованием естественных или привлеченных судов. При том что в 2024 году на субсидирование морских перевозок в федеральном бюджете заложено 1,8 млрд. руб., общая сумма всех поданных на отбор заявок составляет порядка 21,72 млрд. руб., свидетельствуют расчеты портала RUGRAD, представленные на рисунке 2. [4]

Для принятия решений касательно выделенной суммы субсидий, государство руководствуется состоянием экономической обстановки в Калининградской области, анализируя рост объема перевозок морским транспортом. Для этого необходимо регулярно контролировать и мониторить отчеты по ранее выделенным субсидиям, корректируя объемы и направления финансирования.

Местным властям необходимо получать обратную связь от бизнеса, для корректировок выделяемых сумм.

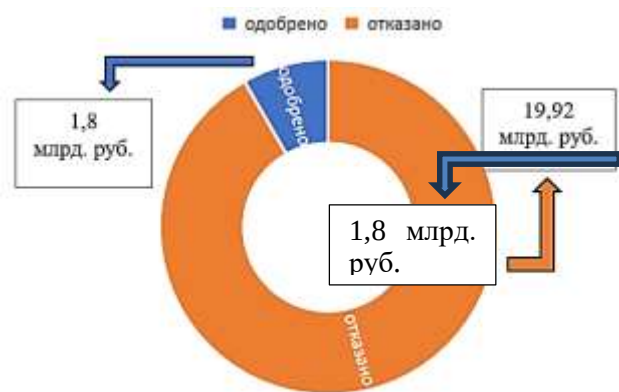


Рисунок 2 – Субсидии на калининградские морские перевозки

На рисунке 3 представлен график, претендовавших крупных компаний с суммами, указанными в заявках на субсидии и суммами, одобренная в итоге государством.

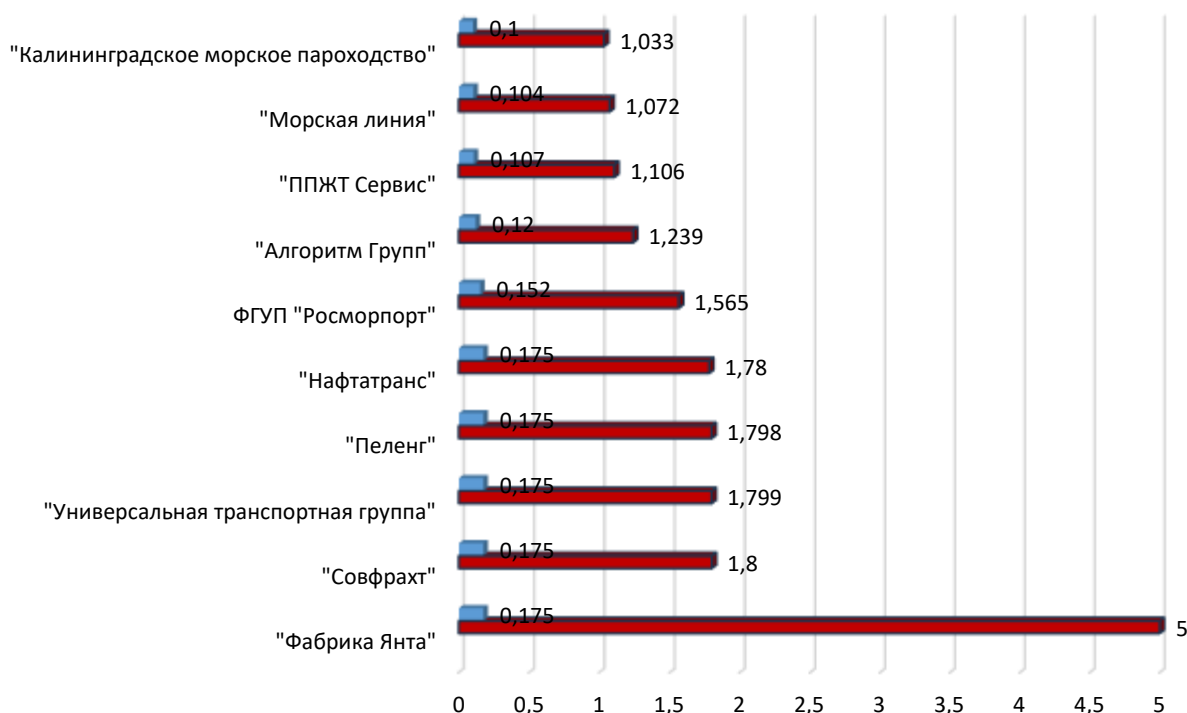


Рисунок 3 – Крупнейшие получатели субсидий

Литература

1. Эглит Я. Я. «Суда, используемые для перевозки для перевозки контейнерного груза. Характеристики контейнеров.» [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов – 2008 год.
2. Показатели контейнеооборота: <https://www.infranews.ru/logistika/65903-kaliningrad->

Вывод: Все вышесказанное указывает на то, что все больше грузовладельцев и их логистических партнеров делают осознанный выбор в пользу контейнерных перевозок в сообщении с Калининградом, и этот тренд будет продолжаться. Эксперт Алексей Безбородов говорит: «Думаю, что по итогам года рост контейнерооборота в порту Калининград только усилится, в том числе на фоне восстановления внешнеторговых перевозок в российской части Балтики». Утверждения Алексея Безбородова отражают актуальные тенденции в сфере морских контейнерных перевозок. Грузовладельцам и логистическим компаниям надо быть готовыми к изменениям в рыночной среде, тк в перспективе с еще более серьезным развитием морских контейнерных перевозок будут происходить изменения в законодательстве и изменяющиеся правила в международной торговли. В перспективе, при таком же быстром развитии морских перевозок, раскрываются возможности для выхода на рынки стран Европы, особенно в период глобализации рынка.

- narashhivaet-kontejnerizatsiyu/ (дата обращения: 25.09.2024). - Текст: электронный.
3. Прохоров, А. Особая экономическая зона «Калининград» привлекла рекордные инвестиции в 2022 году [Электронный ресурс]: <https://tass.ru/ekonomika/21497773>.
 4. Rugrad.online. (2023). В Калининграде запустят строительство двух береговых комплексов по обработке грузов. [Электронный ресурс]: <https://rugrad.online/news/1375145/>

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЖКХ, КАК ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)

С.К. Лунева¹, Т.В. Потемкина², И.И. Алексеев³

^{1,2} Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ)
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21

³ Гатчинский государственный университет, 188300, г. Гатчина, ул. Роцинская, д. 5.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью изучения и анализа ключевых аспектов эффективности управления жилищно-коммунальным хозяйством, как важнейшего фактора обеспечения безопасности городской среды, необходимостью повышения надежности функционирования жилищно-коммунального комплекса, являющегося одной из важнейших компонентов, формирующих национальную экономику страны, обеспечивающим безопасные условия проживания граждан в современных городских условиях.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, безопасность населения, управление ЖКХ, финансирование, капитальный ремонт

ANALYZING THE EFFICIENCY OF HOUSING AND UTILITIES MANAGEMENT AS A SECURITY PROBLEM (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF SAINT-PETERSBURG)

S.K. Luneva, T.V. Potemkina, I.I. Alexeev

St. Petersburg State Economic University (SPbGEU), 191023, St. Petersburg, st.Sadovaya, 21,
Gatchina State University, 188300, Gatchina, Roshchinskaya str, 5

The relevance of the article is conditioned by the need to study and analyze the key aspects of the effectiveness of housing and communal services management as the most important factor in ensuring the safety of the urban environment, the need to improve the reliability of the functioning of the housing and communal complex, which is one of the most important components that form the national economy of the country, providing safe living conditions for citizens in modern urban conditions.

Keywords: housing and communal services, public safety, housing and communal services management, financing, capital repairs

Введение

Одной из важнейших сфер систем жизнеобеспечения населения является жилищно-коммунальное хозяйство, которое представляет важнейшую социально-экономическую сферу национальной экономики страны, являясь многоотраслевым комплексом. Структура ЖКХ сложна и многообразна, в ее структуру входит более 30 видов деятельности в рамках самостоятельных отраслей, которые взаимодействуют друг с другом.

При этом услуги ЖКХ выделяются в особо значимую сферу, формирующую качество жизни, образ жизни населения, культуру поведения, влияющую на здоровье и безопасность населения. Уровень развития ЖКХ также влияет на социально-экономические показатели страны, отдельных регионов и территорий, определяет потенциал их развития, придавая привлекательный

инвестиционный климат, таким образом являясь также одним из факторов обеспечения экономической безопасности.

Экономическая значимость сферы жилищно-коммунального хозяйства обусловлена широким охватом данной сферой. В данную сферу входит примерно 50 - 70% основных фондов муниципальной собственности, которые представляют материальную основу функционирования местных органов власти, а также важнейшую сферу их социальной ответственности.

Жилищно-коммунальное хозяйство представляет собой сложную экономическую систему, функционирование которой базируется на многоуровневой структуре нормативно-правового регулирования и взаимодействии различных институ-

EDN RLVJZN

¹Лунева Светлана Курусовна – старший преподаватель кафедры безопасности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций СПбГЭУ, тел.: +79119151670, e-mail: isvetlana1508@mail.ru;

²Потемкина Татьяна Владимировна — старший преподаватель кафедры безопасности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций СПбГЭУ, тел.: +79052560474, e-mail: tatatav@bk.ru;

³Алексеев Иван Игоревич—аспирант 1 курса, ГАОУ ВО Гатчинский государственный университет, тел. +79111145016, e-mail: avi-guse@mail.ru.

циональных субъектов. Основопологающим документом, формирующим правовое поле для жилищной сферы, является Жилищный кодекс РФ, закрепляющий принципы рыночных отношений в управлении жилищным фондом и регламентирующий экономические взаимоотношения собственников жилья. [1] При управлении ЖКХ некоторых субъектов РФ возникает необходимость учета определенных особенностей, например, экономическая специфика регулирования жилищного хозяйства Санкт-Петербурга обусловлена значительной долей объектов культурного наследия в структуре жилищного фонда (12% исторической застройки), что требует особых механизмов финансирования и администрирования их содержания. [2], [3] В этой связи региональное законодательство Санкт-Петербурга дополняет федеральные нормы специфическими экономическими инструментами, направленными на сохранение исторического облика города при одновременном обеспечении комфортных условий проживания. [2]

Материалы и методы.

Экономическая модель функционирования жилищного хозяйства основывается на сочетании рыночных механизмов и государственного

регулирования (рисунок 1). Ключевым элементом данной модели выступает тарифная политика, регулируемая Комитетом по тарифам Санкт-Петербурга, который устанавливает экономически обоснованные ставки на коммунальные услуги с учетом социально-экономических показателей региона. При этом дифференциация жилищного фонда по периодам постройки (45% массовой советской застройки, 35% современной, 8% сталинской) обуславливает необходимость применения различных экономических подходов к обеспечению их эксплуатации. Институционально жилищное хозяйство города представлено многоуровневой системой субъектов: от государственных структур (Жилищный комитет, администрации районов) до частных управляющих компаний и товариществ собственников жилья, что формирует конкурентную среду в сфере жилищно-коммунальных услуг. [7]

Экономическая модель жилищного хозяйства Санкт-Петербурга представляет собой сложную систему взаимосвязанных элементов. Анализ ключевых экономических показателей функционирования жилищного хозяйства Санкт-Петербурга демонстрирует сложную многоуровневую структуру, сочетающую рыночные механизмы с государственным регулированием.

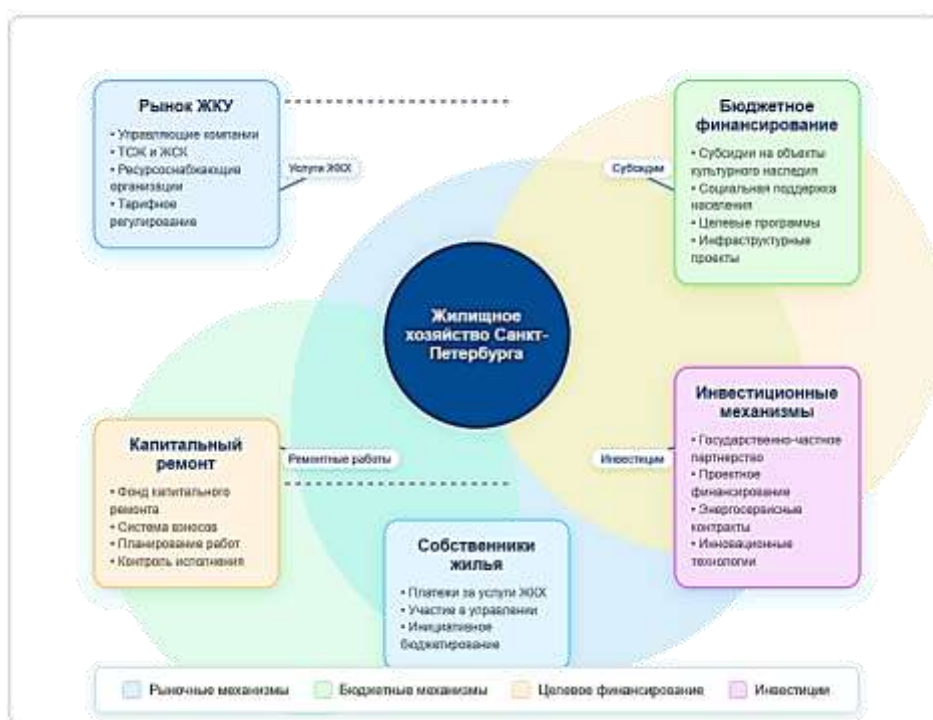


Рисунок 1 – Экономическая модель функционирования жилищного хозяйства Санкт-Петербурга

Наиболее значимым источником финансирования выступают платежи населения (180-200 млрд руб./год), тогда как бюджетное финансирование ограничено (25-30 млрд руб./год). Система характеризуется относительно высоким

уровнем оплаты услуг (95-97%), но сталкивается с проблемами изношенности инфраструктуры и недостаточной эффективности капитального ремонта. Особенно выделяется проблема относительно высокой доли расходов населения на ЖКУ

(10-15% от дохода), что указывает на необходимость оптимизации экономической модели и снижения финансовой нагрузки на собственников жилья.

Особую экономическую проблему составляет финансирование капитального ремонта жилищного фонда Санкт-Петербурга, что отражено в региональной программе капитального ремонта. Как было выделено, в городе достаточно много объектов ЖКХ, которые представляют историческую ценность, в связи с чем предъявляются определенные требования по капитальному ремонту и эксплуатации данных объектов.

Экономический механизм аккумулирования средств через региональный фонд капитального ремонта позволяет формировать долгосрочные финансовые ресурсы для модернизации жилищного фонда с учетом его дифференцированной структуры. Инновационным институциональным решением стало внедрение системы субсидирования энергоэффективных мероприятий при капитальном ремонте, что способствует снижению эксплуатационных затрат в долгосрочной перспективе. Эффективность регулирования жилищного хозяйства также зависит от качества информационного обеспечения, что реализуется через городскую систему ГИС ЖКХ, обеспечивающую прозрачность финансовых потоков и создающую основу для принятия экономически обоснованных управленческих решений.

Анализируя современное состояние данной сферы, необходимо отметить, что оно формируется в условиях трансформации рыночных ме-

ханизмов при сохранении значительной роли государственного регулирования. Объем жилищного фонда Санкт-Петербурга составляет свыше 150 млн кв. метров, при этом ежегодный прирост показателя находится на уровне 1,5-2%, что соответствует общероссийским тенденциям развития крупных городов. Особенностью экономической структуры жилищного хозяйства города является высокая доля исторической застройки, требующей повышенных эксплуатационных расходов, что создает дополнительную финансовую нагрузку на систему содержания жилого фонда. [9]

В таблице 1 представлена динамика основных финансово-экономических показателей жилищного хозяйства Санкт-Петербурга за пять лет.

Анализ динамики основных финансово-экономических показателей жилищного хозяйства Санкт-Петербурга за 2020-2024 гг. свидетельствует о поступательном развитии отрасли. Наиболее значительный рост демонстрируют частные инвестиции в жилищное хозяйство, увеличившиеся на 74,4%, что указывает на растущую привлекательность данного сектора для бизнеса. Существенно вырос объем средств фонда капитального ремонта (+40,2%), что создает стабильную основу для воспроизводства жилищного фонда. Показательна также положительная динамика уровня собираемости платежей, достигшего 97,3% в 2024 году, что отражает эффективность экономических механизмов взаимодействия с потребителями.

Таблица 1 – Основные финансово-экономические показатели жилищного хозяйства Санкт-Петербурга (2020-2024 гг.)

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Динамика за период
Объем жилищного фонда (млн кв. м)	142,8	145,3	147,6	150,2	153,1	+7,2%
Расходы бюджета города на ЖКХ (млрд руб.)	28,3	29,7	31,5	33,2	34,8	+23,0%
Объем средств фонда капремонта (млрд руб.)	11,2	12,6	13,8	14,9	15,7	+40,2%
Частные инвестиции в жилищное хозяйство (млрд руб.)	7,8	9,2	10,5	12,1	13,6	+74,4%
Средний тариф за содержание жилья (руб./кв. м)	22,3	23,5	25,1	26,8	28,4	+27,4%
Уровень собираемости платежей (%)	92,5	93,8	94,7	96,1	97,3	+4,8 п.п.
Доля расходов на энергосберегающие технологии (%)	8,5	10,2	12,7	15,3	18,6	+10,1 п.п.

Наблюдается устойчивый рост всех ключевых показателей, с наиболее интенсивным увеличением частных инвестиций (+74,4%) и доли расходов на энергосберегающие технологии (+10,1 п.п.). Особенно заметна положительная ди-

намика уровня собираемости платежей, достигшего 97,3% в 2024 году, что свидетельствует о повышении платежной дисциплины населения и эффективности механизмов управления жилищно-коммунальным хозяйством города (рис.2).

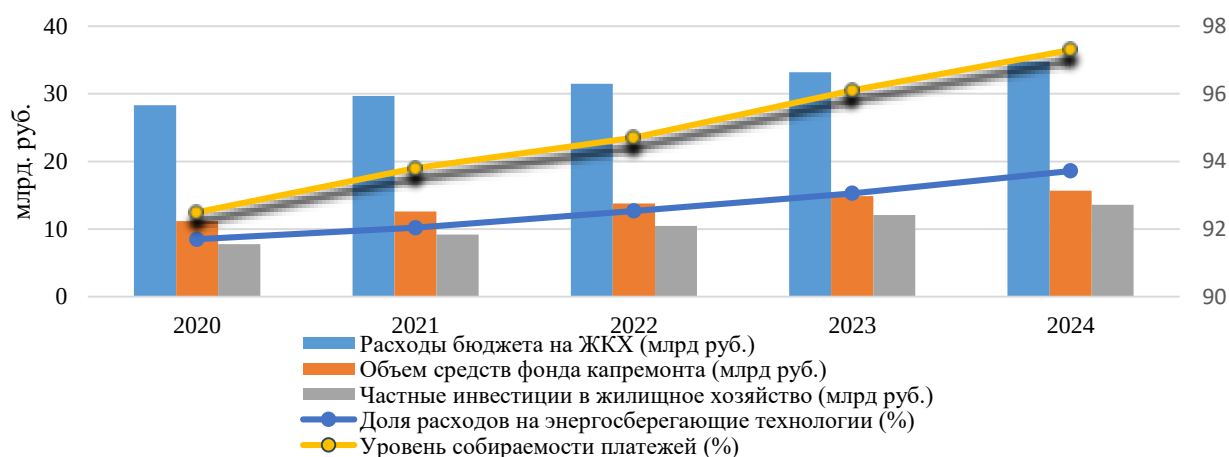


Рисунок 2 – Динамика ключевых финансово-экономических показателей ЖКХ Санкт-Петербурга (2020-2024 гг.)

Рост объемов финансирования ЖКХ из городского бюджета сопровождается увеличением привлечения частных инвестиций, что указывает на постепенное формирование устойчивой модели государственно-частного партнерства в жилищной сфере Санкт-Петербурга

Финансирование жилищно-коммунального хозяйства Санкт-Петербурга осуществляется из нескольких источников, образующих комплексную экономическую модель. [9] Основной объем средств поступает от собственников жилья через систему платежей за жилищно-коммунальные услуги, составляя около 85-90% от общего объема финансирования. Средний уровень платежей населения за содержание жилья в Санкт-Петербурге превышает среднероссийские показатели на 15-20%, что объясняется более высокими требованиями к обслуживанию зданий и техническим обслуживанием инженерной инфраструктуры. Собираемость платежей в последние годы демонстрирует устойчивую положительную динамику, достигнув уровня 95-97%, что свидетельствует об эффективности экономических механизмов взаимодействия с потребителями услуг. Бюджетное финансирование жилищного хозяйства составляет 10-12% от общего объема средств и направляется преимущественно на субсидирование ремонта объектов культурного наследия, поддержку социально уязвимых категорий граждан и реализацию целевых программ модернизации инфраструктуры. В абсолютном выражении объем бюджетных ассигнований на жилищное хозяйство Санкт-Петербурга составляет около 30-35 млрд рублей ежегодно с тенденцией к умеренному росту в пределах 3-5% в год.

Важнейшим экономическим механизмом воспроизводства жилищного фонда выступает система капитального ремонта, функционирующая на основе фонда капитального ремонта Санкт-Петербурга. Объем средств, аккумулированных данным фондом, превышает 15 млрд рублей, при этом ежегодные расходы на капитальный ремонт

составляют около 7-9 млрд рублей. Экономическая эффективность данной системы оценивается коэффициентом освоения средств, который в последние годы стабилизировался на уровне 85-90%, что выше среднероссийских показателей.

Дополнительным источником финансирования модернизации жилищного хозяйства выступают инвестиционные механизмы, включая проекты государственно-частного партнерства и энергосервисные контракты. [5]. Объем частных инвестиций в жилищное хозяйство Санкт-Петербурга демонстрирует устойчивый рост, увеличившись за последние пять лет более чем в 1,8 раза и достигнув показателя 12-14 млрд рублей ежегодно. Основными направлениями инвестирования выступают энергоэффективные технологии, модернизация лифтового хозяйства и внедрение цифровых систем управления инфраструктурой. [5] Рентабельность таких проектов оценивается в диапазоне 8-12%, что делает их привлекательными для частных инвесторов при сохранении государственных гарантий.

Выводы

Анализируя динамику развития экономических показателей жилищного хозяйства Санкт-Петербурга, следует отметить формирование нескольких устойчивых трендов: [10]

- Во-первых, происходит последовательное увеличение удельного веса расходов на внедрение ресурсосберегающих технологий, что обусловлено стремлением к оптимизации эксплуатационных затрат в долгосрочной перспективе. Внедрение ресурсосберегающих технологий за счет уменьшения потребления, экономии и эффективного использования невозобновляемых ресурсов позволяет уменьшать себестоимость предоставляемых услуг ЖКХ, сокращать потери, что кроме повышения энергетической и экономической эффективности, способствует снижению

негативного экологического воздействия на окружающую среду объектами ЖКХ, таким образом повышает безопасность окружающей среды.

- Во-вторых, наблюдается трансформация структуры экономических отношений в системе управления жилищным фондом с увеличением доли профессиональных управляющих компаний, обладающих значительными финансовыми ресурсами для обеспечения качественного обслуживания.

- В-третьих, сформировалась устойчивая тенденция к цифровизации процессов управления финансовыми потоками, что позволяет повысить прозрачность экономических отношений и оптимизировать расходы на администрирование. Все эти факторы в совокупности формируют благоприятные экономические предпосылки для дальнейшего развития жилищного хозяйства Санкт-Петербурга и повышения эффективности использования финансовых ресурсов в данной сфере. [9]

Современный экономический подход к оценке эффективности управления жилищным фондом должен включать анализ энергоэффективности как фактора снижения эксплуатационных затрат и повышения инвестиционной привлекательности жилого фонда. [7] Внедрение энергосберегающих технологий и практик ресурсосбережения становится не просто экологическим трендом, но экономически обоснованной стратегией, позволяющей существенно сократить операционные расходы и повысить доходность инвестиций в жилищную сферу. [6] Опыт передовых городов демонстрирует, что вложения в энергосберегающие мероприятия окупаются в среднем за 3-5 лет и в дальнейшем генерируют устойчивую экономию.

Следует отметить, что экономически эффективное управление жилищным фондом и обеспечение экономической безопасности в данной сфере требуют системного подхода, сочетающего краткосрочные меры по оптимизации текущих затрат с долгосрочными стратегиями модернизации и развития. Инвестиции в жилищный фонд должны рассматриваться не как безвозвратные расходы, а как вложения в экономическую и социальную устойчивость городской среды, создающие мультипликативные эффекты для муниципальной экономики в целом. [11] Только при таком подходе возможно обеспечение долгосрочной экономической безопасности и устойчивости жилищного хозяйства современного города.

Литература

1. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 188-ФЗ (ред. от 15.10.2023) // Собрание законодательства РФ. - 03.01.2005. - N 1 (часть 1). - Ст. 14; Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 15.10.2023.

2. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 23.06.2020 N 435 «О Программе развития жилищно-коммунального хозяйства Санкт-Петербурга на 2020-2025 годы» // Вестник Администрации Санкт-Петербурга. - 29.06.2020. - N 6. - С. 12-48.

3. Распоряжение Жилищного комитета Санкт-Петербурга от 15.05.2023 N 468-р «Об утверждении методических рекомендаций по повышению эффективности управления многоквартирными домами в Санкт-Петербурге» // Официальный сайт Жилищного комитета Санкт-Петербурга www.gilkom-complex.ru, 17.05.2023.

4. Васильева, Н. В. Цифровизация управления жилищным хозяйством мегаполиса: экономические эффекты и риски / Н. В. Васильева, Д. К. Молчанов // Вестник Санкт-Петербургского государственного экономического университета. - 2022. - № 4 (136). - С. 112-120. - DOI: 10.31897/S1025-4730-2022-4-112-120.

5. Макаров, Д. В. Государственно-частное партнерство в сфере модернизации жилищно-коммунальной инфраструктуры Санкт-Петербурга: экономическая эффективность проектов / Д. В. Макаров, И. К. Сидоров // Экономика строительства. - 2022. - № 2 (74). - С. 34-47. - DOI: 10.33622/0131-7652-2022-2-34-47.

6. Маковецкая-Абрамова О.В., Некрасов Д.И., Лунева С.К. Новые технологии в решении экологических проблем мегаполиса / Сборник научных трудов по итогам Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией Г.В. Лепеша, О.Д. Угольниковой, С.Ю. Александровой. 2020. - Издательство: Санкт-Петербург, СПбГЭУ, С.198-204

7. Половникова, Н. А. Инвестиционная привлекательность проектов энергоэффективной модернизации жилищного фонда Санкт-Петербурга: методика оценки и практические результаты / Н. А. Половникова, Ю. Н. Гузов // Проблемы современной экономики. - 2022. - № 3 (83). - С. 187-194. - DOI: 10.26653/1997-9869-2022-3-24.

8. Селютина, Л. Г. Экономические модели управления жилищным фондом мегаполиса: международный опыт и возможности адаптации в условиях Санкт-Петербурга / Л. Г. Селютина, О. А. Булгакова // Экономические отношения. - 2023. - Том 13, № 2. - С. 447-462. - DOI: 10.18334/eo.13.2.116881.

9. Устойчивое развитие жилищно-коммунального хозяйства крупных городов: экономические модели и механизмы: коллективная монография / под общ. ред. В. С. Чекалина, М. В. Рослякова. - Санкт-Петербург: Издательство СПбГЭУ, 2023. - 386 с. - ISBN 978-5-7310-5842-7.

10. Экономика жилищно-коммунального хозяйства: учебник для вузов / под редакцией П. Г. Грабового, А. Д. Мурзина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 489 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-14672-4.

11. Юденко, М. Н. Перспективные экономические модели систем управления и обслуживания жилищного фонда Санкт-Петербурга в условиях адаптации к новым экономическим реалиям / М. Н. Юденко, С. А. Николина, Н. В. Половникова // Экономика и управление. - 2023. - Т. 29, № 3. - С. 268-283. - DOI: 10.35854/1998-1627-2023-3-268-283.

МАРКЕТИНГОВЫЙ АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИЙСКИХ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ АО «ЭКОПЭТ»

А.А. Липовская¹, О.В. Тюльпина², В.Д. Марченко³

*ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»,
Россия, 236016, г. Калининград, улица А. Невского, дом 14.*

В статье рассматривается нефтехимическое предприятие АО «Экопэт», расположенное в Калининградской области. Для разработки стратегии развития предприятия применен комплексный маркетинговый анализ, состоящий из SWOT и STEEP-анализа. Произведен анализ социальных, технологических, экономических, экологических и политических факторов внешней среды, которые могут оказывать воздействие на состояние АО «Экопэт» и условия его функционирования. Рассмотрено влияние санкций на деятельность предприятия. Также проведен анализ конкурентного окружения АО «Экопэт».

Ключевые слова: нефтехимическое предприятие, полиэтилентерефталат, санкции, особая экономическая зона

MARKETING ANALYSIS OF THE ACTIVITIES OF RUSSIAN PETROCHEMICAL ENTERPRISES ON THE EXAMPLE OF JSC «ECOPET»

A.A. Lipovskaya, O.V. Tyulpina, V.D. Marchenko

*BFU named after I. Kant, Educational and Scientific Cluster "Institute of High Technologies",
Russia, Kaliningrad, General-Lieutenant Ozerov Street, 57*

The article discusses the petrochemical enterprise JSC «EkoPet», located in the Kaliningrad region. To develop an enterprise development strategy, a comprehensive marketing analysis consisting of SWOT and STEEP analysis was applied. The analysis of social, technological, economic, environmental and political environmental factors that may affect the state of JSC «EkoPet» and the conditions of its operation has been carried out. The impact of sanctions on the activities of the company «EkoPet» JSC is considered. The analysis of the competitive environment of Ecopet JSC was also carried.

Keywords: petrochemical enterprise, polyethylene terephthalate, sanctions, special economic zone

Нефтехимическая промышленность, занимающаяся переработкой нефти и газа для производства пластмасс, синтетических волокон и других продуктов, является одной из самых динамично развивающихся в масштабах мировой экономики. Однако, российская нефтехимическая отрасль в течение последних двух с половиной лет столкнулась с серьезными ограничениями развития. Введенные Европейским союзом и США санкции привели к ограничению доступа российских компаний к некоторым видам технологий и запрету на поставку оборудования. С начала июля 2022 года в рамках санкционных мер был введен запрет на экспорт широкого ассортимента российской химической продукции.

Для того, чтобы оставаться конкурентоспособными, российским нефтехимическим предприятиям приходится сильно модифицировать

свою деятельность, переориентировавшись на рынки Азиатско-Тихоокеанского региона, что требует формирования новых логистическим схем. Также трендами развития отрасли являются импортозамещение и поиск альтернативных поставщиков технологического оборудования, полуфабрикатов и катализаторов. Характерным для нефтехимических производств в новых условиях стало сотрудничество и объединение производителей сырья, предприятий переработки и производителей готовой продукции [5].

В настоящее время в России действуют 74 нефтегазоперерабатывающих завода и 29 нефтехимических предприятий [5]. Каждая компания в этой отрасли сталкивается как с общими для отрасли проблемами, такими как ограничение количества «более тяжелого» сырья, вопросы законодательного регулирования, ценообразование и

EDN SHEWBK

¹ Липовская Анастасия Алексеевна – магистрант направления «Сервис», ОНК «Институт высоких технологий», Высшая школа компьютерных наук и искусственного интеллекта, e-mail: AAlipovskaya@stud.kantiana.ru;

² Тюльпина Ольга Вадимовна – канд. техн. наук, доцент, ОНК «Институт высоких технологий», e-mail: OTiulpina@kantiana.ru;

³ Марченко Виктория Дмитриевна – канд. эконом. наук, доцент, ОНК «Институт высоких технологий», e-mail: VDMarchenko@kantiana.ru.

экологическая безопасность, так и со специфическими проблемами, возникающими из-за особенностей её расположения и направлений деятельности. Рассмотрим влияние указанных выше трендов на деятельность акционерного общества (АО) «Экопэт», с 2021 года входящего в группу компаний «Татнефть» [2].

АО «Экопэт» является нефтехимическим предприятием, расположенным в Калининградской области. Основной его деятельностью является производство полиэтилентерефталата (ПЭТФ) торговой марки Ekorpet, предназначенного для производства полимерных бутылок и банок, тары и упаковки пищевого назначения, а также различных изделий технического и бытового назначения. АО «Экопэт» включено в список

ключевых организаций региона и имеет статус резидента Особой экономической зоны, являясь лидером среди химических предприятий в Калининградской области.

Завод АО «Экопэт» введен в эксплуатацию в 2011 году и является первым в Европе и четвертым в мире, работающим по технологии MTR (Melt-to-Resin) немецкой компании Uhde Inventa Fisher. Преимуществами технологии MTR являются снижение температуры переработки, снижение уровня отходов при переработке, стабильные показатели качества продукции, минимальное содержание пыли в составе продукта из-за сферической формы гранул [2]. Ассортимент продукции АО «Экопэт» представлен восемью позициями (табл. 1).

Таблица 1 – Товарный ассортимент АО «Экопэт»

Товарная единица	ЕКOPET 80	ЕКOPET 84	ЕКOPET 76	ЕКOPET 80 FRH	ЕКOPET 84 FRH	ЕКOPET 76 FRH	ЕКOPET 64 FG	EKÖPET SP
Доля в ассортименте	90,7%	1,39%	5,7%	0,8%			0,7%	0,7%

Ассортимент продукции, выпускаемой АО «Экопэт», хорошо сбалансирован: количество товаров соответствует стандартам отрасли и конкурентам. Основной продукцией предприятия является ЕКОРЕТ 80, который широко используется для производства полимерных преформ.

Предприятие обладает собственной железнодорожной веткой и расположено вблизи Калининградского морского торгового порта, что обеспечивает удобство логистики и для закупок сырья (терефталевая кислота) у китайского поставщика Yisheng Dahua Petrochemical, и для продажи готовой продукции российским, белорусским и другим компаниям [2].

Предприятие принимает на себя следующие обязательства:

- Производить продукцию стабильно высокого качества, в установленные сроки, заданного объема, по конкурентоспособным ценам, удовлетворяющую требования и ожидания наших потребителей, путем использования новейшего оборудования, современных передовых технологий производства и грамотного, рационального управления ресурсами.

- Создать систему непрерывного совершенствования бизнес-процессов, руководствуясь международными стандартами серии ISO 9000 для достижения поставленных целей и реализации стратегии.

- Осуществлять ведение бизнеса честно и открыто по отношению к своим Партнерам, Заказчикам и Подрядчикам.

- Соответствовать применимым к деятельности АО «Экопэт» международным стандартам, законодательству РФ и локальным нормам.

- Создать команду единомышленников, объединенных пониманием стратегии развития предприятия, целями и задачами в области качества, непрерывно повышать уровень профессиональной компетенции персонала и вовлекать всех сотрудников АО «Экопэт» в деятельность по постоянному улучшению и повышению результативности систем менеджмента.

- Применять и развивать полученный производственный опыт, планировать и внедрять мероприятия, связанные с постоянным и планомерным снижением производственных потерь и учетом рисков путем систематизации, анализа и выполнения корректирующих действий, направленных на устранение возникающих в процессе производства различных видов несоответствий [2].

В современных условиях конкуренции и сложностей на пути развития рынка нефтехимических предприятий, маркетинговый анализ играет ключевую роль в определении стратегии успешного функционирования и развития компаний этой отрасли. Применение комплексного маркетингового анализа, состоящего из SWOT и STEEP-анализа, позволяет получить наиболее полную и структурированную информацию для проработки стратегии развития предприятия.

Изучим факторы внешней среды, которые могут влиять на условия функционирования АО «Экопэт». Общеизвестным средством класси-

фикации макросреды предприятия является объединение этих факторов в так называемые факторы STEEP-анализа: социально-культурные (S), технологические (T), экономические (E), экологические (E), политико-правовые (P).

Рассмотрим основные факторы внешней среды, влияющие на функционирование нефтехимической отрасли:

1) Социально-культурные факторы: нехватка высококвалифицированных специалистов на российском рынке, рост популярности экологического активизма, рост потребления пластиковой упаковки и пластмассовых изделий.

2) Технологические факторы: новые технологии производства ПЭТФ с вовлечением вторичного сырья.

3) Экономические факторы: повышение стоимости ПЭТФ-гранул на рынке, повышение уровня инфляции в Российской Федерации.

4) Экологические факторы: увеличение доли влияния экологических товаров, мировая тенденция на переход предприятий к «зеленой» экономике.

5) Политические факторы внешней среды: уход многих европейских компаний с российского рынка, укрепление деловых связей со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, установление лимитов на грузовые перевозки со стороны Литовской республики, возможное изменение положений об Особой экономической зоне Калининградской области [4].

Сформируем матрицу STEEP-анализа, проанализировав влияние каждого фактора на отрасль и на АО «Экопэт», определив направленность влияния и рассчитав интегральную оценку (табл. 2).

Таблица 2 – Матрица STEEP-анализа

Фактор среды	Влияние на		Направленность влияния	Интегральная оценка	Поле SWOT
	отрасль	организацию			
Социально-культурные факторы					
Нехватка количества высококвалифицированных специалистов на российском рынке	3	3	-1	-9	Угрозы
Рост потребления пластиковой упаковки и пластмассовых изделий	3	2	+1	+6	Возможности
Рост популярности экологического активизма	3	2	-1	-6	Угрозы
Технологические факторы					
Новые технологии производства ПЭТФ с вовлечением вторичного сырья	3	2	+1	+6	Возможности
Экономические факторы					
Повышение стоимости ПЭТФ-гранул на рынке	3	3	+1	+9	Возможности
Повышение уровня инфляции	3	3	-1	-9	Угрозы
Экологические факторы					
Увеличение доли влияния экологичных товаров	2	2	-1	-4	Угрозы
Мировая тенденция на переход предприятий к «зеленой» экономике	2	2	1	+4	Возможности
Политические факторы					
Уход многих европейских компаний с российского рынка	1	3	-1	-3	Угрозы
Укрепление деловых связей со странами Азиатско-Тихоокеанского региона	2	2	+1	+4	Возможности
Установление лимитов на грузовые перевозки со стороны Литовской Республики	1	3	-1	-3	Угрозы
Возможное изменение положений об Особой экономической зоне Калининградской области	1	3	-1	-3	Угрозы

Рассмотрим степень влияния факторов внешней среды на предприятие (рис. 1). Расчет производился путем деления суммы взятых по модулю интегральных оценок показателей по

каждой группе факторов на максимальные взятые по модулю оценки.

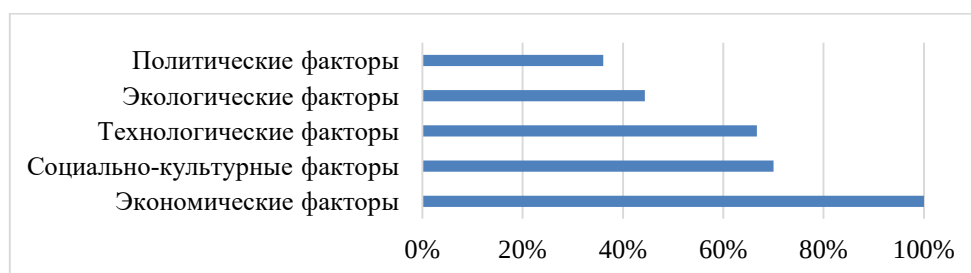


Рисунок 1 – Степень влияния факторов внешней среды

Кроме этого, рассмотрим структуру факторов внешней среды, а именно процентное соотношение количества показателей в каждой группе факторов (рис. 2).

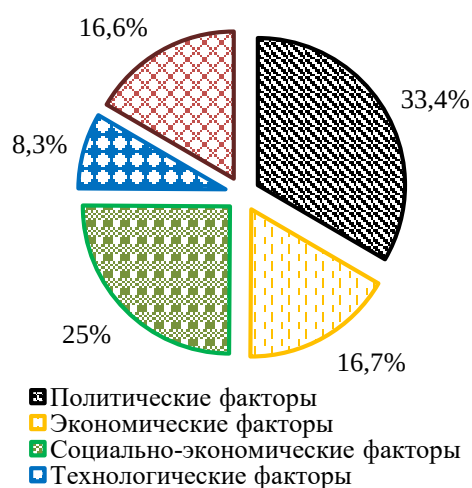


Рисунок 2 – Структура факторов внешней среды

Анализируя значимость факторов внешней среды, можно сделать вывод о наибольшем влиянии как на деятельность предприятия АО «Экопэт», так и на отрасль в целом экономических факторов. Несмотря на то, что политические факторы формируют группу с наибольшим удельным весом показателей (33,4%), степень влияния на отрасль у них наименьшая в силу того, что некоторые важные для АО «Экопэт» факторы, а именно уход многих европейских компаний с российского рынка в части угроз и налаживание деловых связей со странами Азиатско-Тихоокеанского региона в части возможностей, не являются в такой же степени значимыми для всей российской нефтехимической отрасли.

Для оценки фактического положения и стратегических перспектив АО «Экопэт» проведем SWOT-анализ с выявлением сильных и слабых сторон компании, ее рыночных возможностей и факторов риска. Аббревиатура SWOT происходит от английских слов: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Результаты SWOT-анализа приведены в табл. 3 и могут использоваться для разработки предприятием бизнес-планов, принятия стратегических решений и определения приоритетов в деятельности компании.

По итогам проведенного SWOT-анализа можно сделать вывод о том, что АО «Экопэт» занимает хорошее положение на рынке, являясь крупнейшим производителем ПЭТФ в России. Полученные в результате проведения маркетингового анализа данные позволяют сформулировать основные возможные направления развития компании. Так, перспективным направлением является внедрение новых технологий производства ПЭТФ-гранул с применением вторичного сырья, что отвечает современным тенденциям рынка. В связи с возникновением сложностей в сотрудничестве с европейскими странами, укрепляется тенденция укрепления партнерства с компаниями стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

Также проведем анализ конкурентного окружения АО «Экопэт» с использованием модели пяти сил отраслевой конкуренции М. Портера, которая помогает компаниям разработать стратегии для улучшения своего конкурентного положения.

Исследование конкурентной среды включает в себя анализ пяти основных сил, влияющих на конкуренцию в отрасли:

1. Угроза новых участников (потенциальных конкурентов): чем ниже барьеры для входа на рынок, тем выше вероятность появления новых конкурентов и усиления конкуренции.

Угроза новых участников является не высокой. Это обусловлено тем, что входные барьеры в нефтехимической отрасли высоки за счет больших первоначальных инвестиций для закупки дорогостоящего оборудования, определенного технологией производства. Также необходим квалифицированный персонал для выпуска полимеров высокого качества с конкурентоспособными характеристиками и свойствами. Выходные барьеры средние из-за сложности продажи оборудования, сырья, продукции и компании в целом.

2. Угроза замены продуктов: если существуют альтернативные продукты, которые могут удовлетворить потребности потребителей лучше или дешевле, это создает угрозу для компаний в отрасли.

Таблица 3 – SWOT-анализ

	Возможности (О): Высокие барьеры на вход у потенциальных конкурентов. Налаживание деловых связей с Азербайджаном, Китаем, Узбекистаном и другими странами. Новые технологии производства ПЭТФ с вовлечением вторичного сырья. Увеличение рынка высококвалифицированных специалистов.	Угрозы (Т): Установление лимитов на грузовые перевозки со стороны Литовской Республики. Нестабильная политическая и экономическая ситуация в мире и в стране в целом. Разрыв контрактов с европейскими клиентами. Увеличение доли влияния конкурентов (СИБУР). Сбои в работе с поставщиками. Изменение положений об Особой экономической зоне Калининградской области. Появление экологичных товаров-заменителей. Рост популярности экологического активизма.
Сильные стороны (S): Хорошая репутация, высокая известность на рынке. Высокая доля на российском рынке. Инновационность технологий. Высокая квалификация персонала. Высокое качество продукции, обеспеченное системой менеджмента качества ISO 9001-2015. Выгодное географическое расположение для торговли на экспорт. Широкий ассортимент продукции. Владелец компании – крупнейшая российская нефтяная компания ПАО «Татнефть».	SO: Создание производства новой ПЭТФ-гранулы с содержанием вторичного сырья. Поиск новых клиентов и партнеров из восточных и азиатских стран. Внедрение метода обучения персонала – внешний «Secondment».	ST: Заключение долгосрочных контрактов с поставщиками и клиентами восточных и азиатских стран на взаимовыгодных условиях. Увеличение доли морских перевозок как способа доставки товара до потребителя. Создание ПЭТФ для одежды, обуви, косметической продукции; медицинского ПЭТФ.
Слабые стороны (W): Переменные сбои в логистике. Отсутствие производства собственного сырья. Нестабильное финансовое положение предприятия. Отсутствие системы развития персонала. Слабое продвижение бренда компании.	WO: «Вертикальная интеграция назад» - производство сырья (терефталевая кислота). Создание структурированной системы развития персонала, включающей набор определенных элементов. Увеличение запасов сырья. Разработка рекламной кампании для повышения узнаваемости на рынке, усовершенствование маркетинговой стратегии.	WT: Слияние с другими организациями. Продажа бизнеса. Сокращение товарного ассортимента до самых прибыльных позиций.

Деятельность предприятия связана с производством пластиковой тары и упаковки. Безусловно, на рынке существует множество товаров-заменителей, например, бумажная, стеклянная и металлическая упаковка. Однако спрос на пластиковую упаковку продолжает расти, что обеспечивает потребность в выпускаемых АО

«Экопэт» продуктах. Стоит отметить, что внутри рынка ПЭТФ-гранул в последнее время набирает популярность и спрос ПЭТФ-гранулы с содержанием вторичного сырья. Развитие новых технологий с вовлечением вторичного сырья создает возможность повысить экологичность производства,

а также предложить потребителям новый вид продукции. В настоящее время на заводе «Полиэф» в Благовещенске разработана технология выпуска ПЭТФ-гранул Vivilen rPET с 25-30% переработанного полимера [1].

3. Власть поставщиков: если поставщики имеют высокую власть и могут повышать цены или ухудшать условия поставок, это может негативно сказаться на прибыльности компаний.

В данный момент влияние поставщиков на деятельность АО «Экопэт» можно оценить, как сильное. Это связано с тем, что китайское предприятие Yisheng Dahua Petrochemical является единственным поставщиком терефталевой кислоты для рассматриваемой компании. Цены на сырье у российских поставщиков выше, а географическое расположение АО «Экопэт» усложняет логистику при работе с любыми возможными поставщиками, поэтому смена поставщика принесет за собой высокие издержки.

4. Власть покупателей: если покупатели имеют возможность влиять на цены или качество продукции, компании должны уделять особое внимание их потребностям.

У компании большая сбытовая сеть покупателей, продажи находятся в зоне ответственности «ТД «Экополимеры», который недавно вошел в состав АО «Экопэт». По причине того, что все европейские компании, сотрудничающие с предприятием, прекратили приобретение ПЭТФ-гранул у российских производителей, клиентская база существенно изменилась. Целевая группа потребителей представляет собой компании по производству пластиковой упаковки, бутылок, полиэтиленовой пленки и прочих производных полимеров. Основная часть клиентов находится в центральных и северо-западных областях Российской Федерации, зарубежные покупатели представлены предприятиями из Республики Беларусь. Хотя производимый продукт и стандартизирован, затраты при смене покупателем поставщика будут велики, высоки риски нарушения логистики, поэтому клиентам выгодно приобретать товар по действующим договорам и существующей схеме.

5. Степень конкуренции внутри отрасли: чем более интенсивная конкуренция между существующими игроками, тем сложнее для компаний достичь высокой прибыльности.

Имеющиеся конкуренты постоянно укрепляют свои позиции на рынке. На сегодняшний день на российском рынке представлено несколько крупных компаний, производящих ПЭТФ и являющихся прямыми конкурентами АО «Экопэт» – АО «Полиэф» (СИБУР) и ЗАО «Завод новых полимеров «СЕНЕЖ». Главным конкурентным преимуществом АО «Полиэф» (СИБУР) является производство сырья для производства

ПЭТФ – терефталевой кислоты. Производительность АО «Полиэф» составляет 264 тыс. тонн ПЭТФ и 367 тыс. тонн терефталевой кислоты в год. На данном предприятии на сегодняшний день работает 743 человека [1]. ЗАО «Завод новых полимеров «СЕНЕЖ» располагается в Московской области, близко к основным рынкам сбыта. Крупнейшие российские предприятия, потребляющие более 30% перерабатываемого в РФ бутылочного ПЭТФ, расположены в радиусе 100 км от Москвы. Производственная мощность предприятия составляет 100 тыс. тонн ПЭТФ в год, на предприятии работает 250 работников [3].

Исследование конкурентной среды свидетельствует о том, что основными конкурентными силами, действующими на АО «Экопэт», являются существенная зависимость от поставщика и высокий уровень конкуренции внутри своего направления деятельности.

Таким образом, несмотря на то, что АО «Экопэт» занимает лидирующие позиции на российском рынке производства ПЭТФ, компании требуется делать основной упор на развитие и расширение компании, чтобы противостоять компаниям-конкурентам, а также постоянно увеличивать клиентскую базу и свою долю на рынке полиэтилентерефталата.

В настоящее время предприятие также применяет стратегию «нейтрального ценообразования» для поддержания конкурентной борьбы с китайскими производителями ПЭТФ. Китайские производители предлагают более низкие цены за счет использования дешевой рабочей силы и сырья, поэтому для АО «Экопэт» важно сохранить свою конкурентоспособность.

Литература

1. АО «Полиэф»: Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sibur.ru/polief/>
2. АО «Экопэт»: Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eko.pet/>
3. Завод новых полимеров «СЕНЕЖ»: Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.senega.com>
4. Липовская А.А., Тюльпина О.В. Исследование влияния факторов внешней среды на деятельность нефтехимического предприятия АО "Экопэт" // Формирование конкурентной среды, конкурентоспособность и стратегическое управление предприятиями, организациями и регионами: Сборник статей IX Международной научно-практической конференции, Пенза, 23–24 мая 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2024. – С. 217–220.
5. Нефтехимическая отрасль в России 2023: перспективы развития, последствия санкций, крупнейшие игроки // Группа "Деловой профиль" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/neftekhimicheskaya-otrasl-v-rossii-2023-perspektivy-razvitiya-posledstviya-sanktsiy-kрупнейshie-igro>.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ: ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ

Р.Н. Лепа¹, В.В. Трубчанин², Н.В. Белоброва³

^{1,3}ГБУ «Институт экономических исследований»,
Россия, ДНР, 283048, Донецк, ул. Университетская, д. 77;

²ООО «ЯМЗ-ИНВЕСТ», Россия, ДНР, г. Ясиноватая, ул. Артема, д.31.

В статье обосновывается необходимость становления и развития в Российской Федерации экономики знаний как фундамента для обеспечения технологического суверенитета. Предложены рекомендации для результативного перехода к экономике знаний.

Ключевые слова: технологический суверенитет, экономика знаний, человеческий капитал, основной капитал, знания, технологии.

TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY: THE PROSPECTS OF FORMATION BASED ON THE KNOWLEDGE ECONOMY

R.N.Lepa, V.V.Trubchanin, N.V. Belobrova

State-funded Institution «Economic Research Institute»,

Russian Federation, DPR, 283048, Donetsk, Universitetskaya St., 77;

YMZ-INVEST LLC, Russian Federation, DPR, Yasinovataya, Artema St., 31.

The article substantiates the need for the formation and development of the knowledge economy in the Russian Federation as a foundation for ensuring technological sovereignty. Recommendations for an effective transition to the knowledge economy are proposed.

Keywords: technological sovereignty, knowledge economy, human capital, fixed capital, knowledge, technology.

Введение. Обеспечение всеобщего доступа к пространству знаний, высокие темпы создания и освоения новых знаний, совершенствование механизмов их распространения и измерения, переход к интеллектуальным производственным технологиям, увеличение цифровых форм экономических взаимодействий, интеграция в мировые процессы создания и использования знаний через нововведения являются одними из основных тенденций развития современного общества. Данные тенденции привели к переосмыслению существующих и созданию новых методов и инструментов экономической политики, а также подходов к обеспечению национальной безопасности и укреплению государственного суверенитета. Главными драйверами экономического роста становятся инвестиции в основной и человеческий капитал, поскольку именно наличие интеллектуального капитала и современных технологий, беспрепятственного доступа к ним имеют

ключевое значение для независимого развития любого государства.

Реализация творческого потенциала каждого человека, выявление и развитие его талантов, благополучие и сохранность населения России, наряду с формированием устойчивой и динамичной экономики для достижения технологического лидерства являются государственными целями развития, которым подчинены все национальные проекты и комплекс мер технологической политики [1]. Формирование экономики предложений – наращивание собственного производства, освоение внутреннего национального рынка – определяет необходимость укрепления финансового, технологического, кадрового суверенитета, увеличения производственных мощностей и повышения конкурентоспособности отечественной продукции, а также значительных средств и усилий со стороны государства в регулировании экономических преобразований и под-

EDN SPHMZC

¹Лепа Роман Николаевич – доктор экономических наук, профессор, заведующий отделом моделирования экономических систем, +7(949)347-29-20, e-mail: roman.lepa@yandex.ru, ORCID 0000-0001-9232-2493;

²Трубчанин Владимир Викторович – доктор экономических наук, директор по экономике, +7(949)309-16-88, e-mail: info@ymzdn.ru, ORCID 0000-0002-6381-5464;

³Белоброва Наталья Вячеславовна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник отдела моделирования экономических систем, +7(949)331-30-37, e-mail: belobrovanatali@mail.ru, ORCID 0000-0002-4984-9270.

держки отечественных производителей, активных действий по стимулированию деловой и инвестиционной активности субъектов хозяйствования.

К факторам, ограничивающим социально-экономическое развитие страны, среди которых отток капитала, квалифицированных кадров, прогрессирующее старение основных фондов, депопуляция, с 2014 г. добавились санкции, частота и объем которых увеличились с началом специальной военной операции в 2022 г. Поэтому концепция технологического суверенитета представляет собой ключевой аспект стратегического планирования социально-экономического развития Российской Федерации.

Обзор литературы. Научное сообщество едино во мнении, что продвижение к технологическому суверенитету невозможно без последовательного наращивания инвестиций в основной и в человеческий капитал при эффективном его использовании.

В своей работе, посвященной исследованию опыта Китая перехода к социально-экономическому росту на основе подъема технологического и интеллектуального капитала, академик А.Г. Аганбегян отмечает, что в настоящее время в социально-экономической сфере РФ не сформированы драйверы экономического роста. Главным двигателем роста в рыночном хозяйстве являются инвестиции в основной и человеческий капитал, и рост ВВП зависит от их доли в валовом продукте, при условии целенаправленного и эффективного использования данных инвестиций. Для достижения высоких результатов в технологической, экономической и социальных сферах необходимо, чтобы доля «экономики знаний» составляла как минимум 20-25 % при нынешних 14-15 % [2; 3]. А.Г. Аганбегян, представляя 2-хэтапную модель перехода к социально-экономическому росту, предлагает на 1-ом этапе увеличить удельный вес инвестиций в ВВП до 25-27 %, одновременно увеличив вложения в «экономику знаний» с 14 до 20-22 %, поскольку именно от человеческого капитала зависит эффективность использования этих инвестиций. На 2-ом этапе предполагается повышение доли инвестиций в основной капитал в ВВП и долю «экономики знаний» до 30-35 % [2]. При изменении доли «экономики знаний» меняется и качество экономического роста – увеличение высокотехнологичных товаров и услуг, рост производительности труда, повышение качества и уровня жизни населения.

Наличие трудового потенциала, включающего подготовку кадров всех уровней от рабочих до управленцев и стратегических лидеров, является необходимым условием для достижения технологического суверенитета, – утверждают В.Л. Квинт, И.В. Новикова, М.К. Алимуратов, Н.И. Сасаев [4]. Определяя принципы, на которых

должна основываться стратегия развития трудового потенциала, они подчеркивают, что данная стратегия должна являться неотъемлемой частью общей стратегии технологического суверенитета национальной экономики.

Анализируя происходящие в мире масштабные структурные изменения, С.Ю. Глазьев констатирует рост роли знаний и отмечает, что в настоящий момент научно-технический прогресс становится главной производительной силой, и осуществляется переход к экономике знаний и обществу знаний [5]. Автор констатирует, что человеческий потенциал является основным фактором экономического развития и указывает на необходимость восстановления отечественного научно-технического потенциала.

Необходимость для РФ выстраивания собственного пути научно-технологического развития для достижения технологического суверенитета с целью преодоления зависимости от западных рынков технологий и стандартов подчеркивается в работе В.А. Ясинского и М.Ю. Кожевникова. [6]. Исследуя опыт Китая в борьбе за технологический суверенитет, они отмечают, что сдерживать внешнее давление со стороны недружественных стран и повышать качество экономического роста возможно только лишь опираясь на собственные технологические заделы, формированию которых способствует неуклонное наращивание инвестиций в человеческий капитал и в «экономику знаний».

Анализируя рост ВВП РФ в зависимости от финансовых и нефинансовых инвестиций, О.С. Сухарев обращает внимание на необходимость трансформации структуры инвестиций, включая их распределение по секторам и видам деятельности для изменения качества экономического роста и его темпа [7]. Инвестиции должны приводить к созданию нового знания и технологий, поэтому для достижения технологического суверенитета необходимо расширение «экономики знаний» и ее вклада в экономический рост, кратное увеличение вложений в науку и разработки. Развитие сектора «экономика знаний» является главным условием обеспечения технологического суверенитета РФ, поскольку именно он создает новые виды научного знания и формирует новые кадры, являющиеся носителями и генераторами технологического знания, возникающего на базе фундаментальных разработок и проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ [8]. О.С. Сухарев утверждает, что расширение сектора «экономика знаний», его развитие за счет кратного увеличения инвестиций, повышение эффективности затрат на исследование и разработки, должно идти параллельно с наращиванием их объема, в первую очередь по направлениям, ориентированным на создание новых технологий и поддержание сложившихся технологических цепочек.

Необходимость ставки на собственные технологии для обеспечения технологического суверенитета также отмечает С.Д. Бодрунов. Технологическое развитие базируется на знании, на расширении его содержания, а источником и носителем новых знаний является человек, поэтому кадровый потенциал технологического развития является важнейшим преимуществом страны в реализации стратегии ее технологического развития. Необходимость обеспечения технологического суверенитета в условиях беспрецедентного санкционного давления открывают для РФ уникальные возможности для ускоренного развития. При переходе к качественно новому постэкономическому состоянию общества деятельность человека становится творческой, наполняется новым содержанием, его поведение трансформируется на основе новых ценностей [9].

В исследовании А.А. Никоновой также указывается на необходимость собственных линий разработки технологий для достижения технологического суверенитета. Она определяет сильный интеллектуальный и человеческий потенциал как основной фактор в замещении импортных НИОКР и программного обеспечения, подчеркивая при этом необходимость создания благоприятных условий для его сохранения [10].

Отмечая возрастающую роль государства в обеспечении разработок и освоении новых технологий, Е.Б. Ленчук доказывает, что для обеспечения технологического суверенитета необходимо изменение подходов к формированию государственной научно-технологической политики [11, с. 75]. Среди ее основных направлений автор выделяет широкомасштабную разработку и реализацию на территории страны проектов полного инновационного цикла; формирование соответствующей институциональной среды; укрепление научно-технологического потенциала. Также подчеркивается необходимость создания в РФ прочной финансовой основы развития науки и технологий.

Необходимость разработки новой государственной научно-технической политики для обеспечения технологического суверенитета также отмечает В.В. Иванов. При этом автор выделяет среди главных конкурентных преимуществ страны – науку, технологии, фундаментальное образование и человеческий потенциал [12].

Таким образом, многочисленные исследования, посвященные вопросам преодоления текущего кризиса и формированию направлений развития российской экономики, достижению технологического суверенитета, показывают, что для обеспечения технологического суверенитета необходимо становление и развитие в России экономики знаний.

Цель статьи – предложить рекомендации для результативного перехода РФ к экономике

знаний как основы для достижения технологического суверенитета.

Результаты исследования. В экономике знаний на передний план выдвигается человек с его способностью анализировать информацию, генерировать, использовать, передавать знания и создавать уникальные продукты. Продукты экономики знаний существуют в виде научной и разнообразной высокотехнологичной продукции, высококвалифицированных услуг, образования. Человеческий капитал становится главной ценностью современного общества, а также основополагающим и неисчерпаемым фактором устойчивого экономического роста страны и ее регионов. Именно экономика знаний способна сглаживать и нивелировать за счет фактора производства и неисчерпаемого ресурса – знаний многие проблемы и барьеры, такие как: дефицит сырья, природных ресурсов и материалов, нехватку рабочей силы, загрязнение окружающей среды, разрушение экосистем, последствия неблагоприятной политической обстановки и военных конфликтов.

Несмотря на то, что экономике знаний посвящены многие научные труды, до настоящего времени в научной экономической литературе отсутствует единый подход к трактовке экономической сущности категории «экономика знаний» и к ее измерению. В результате анализа основных вариантов трактовки экономической сущности категории «экономика знаний, можно отметить, что большинство исследователей приходят к выводу, что экономика знаний как закономерный и объективно обусловленный высший этап развития постиндустриального общества, является современной моделью экономического развития [13, 14, с. 138-139; 15].

Одни исследователи в сферу экономики знаний включают НИОКР, образование, информационно-коммуникационные технологии, биотехнологии и здравоохранение, деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений [3; 6; 13].

О.С. Сухарев к сектору «экономика знаний» относит сектора экономики, отвечающие за создание, тиражирование знаний, а также применение передового технологического знания и работы с информацией, в частности следующие виды деятельности по ОКВЭД: С 21 – производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях; С 26 – производство компьютеров, электронных и оптических изделий; С 27 – производство электрического оборудования; С 28 – производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки; J 61 – деятельность в сфере телекоммуникаций, М 72 – научные исследования и разработки и др. [7; 16].

Согласно другим исследованиям, экономика, основанная на знаниях, представляет собой

нанотехнологии, биоинженерные и информационные когнитивные технологии, формирующие ядро нового технологического уклада [5; 9]. При этом, экономика знаний и нравственная экономика – ноономика взаимосвязаны, представляя собой две стороны одной медали.

Несмотря на различие в подходах к определению экономики знаний, следует выделить *следующие положения*:

1) для Российской Федерации развитие экономики знаний необходимо для достижения технологического суверенитета;

2) увеличение секторов «экономики знаний» и ее вклада в экономический рост приведет к изменению качества и темпа экономического роста;

3) необходимо кратное увеличение вложений в фундаментальные научные разработки и НИОКР;

4) инвестиции должны приводить к созданию нового знания и технологий;

5) необходимы новые подходы к формированию в РФ экономики знаний.

Таким образом, экономика знаний представляет собой базис для достижения технологического суверенитета (рис. 1).

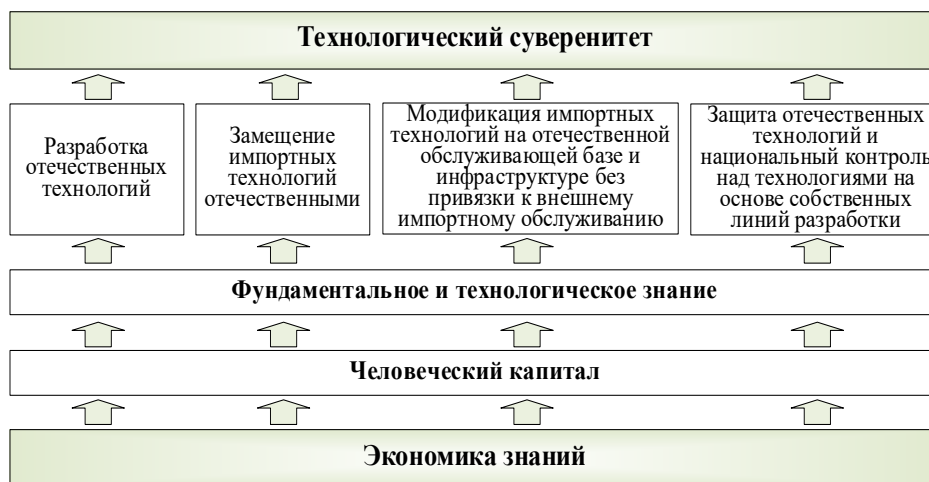


Рисунок 1 – Экономика знаний и основные компоненты технологического суверенитета
Источник: разработано авторами на основе [7; 8]

Следовательно, без сформированного человеческого капитала, без прочной научной базы, включающей фундаментальные исследования и прикладные разработки, без новой государственной научно-технической политики, нацеленной на достижение суверенитета, без независимости в образовательной и в финансово-инвестиционной сферах от внешних центров и бенефициаров обеспечить технологический суверенитет не представляется возможным. Приоритетное значение отводится независимому генерированию новых научных знаний, которые с задержкой или одновременно трансформируются в технологические.

Высокие технологии, последние поколения машин и оборудования определяют необходимость наличия кадров с качественно новыми знаниями и компетенциями для повышения производительности труда.

Задачи становления экономики знаний на государственном уровне критически тесно связаны с задачами перехода промышленных предприятий к экономике знаний, поскольку именно предприятия выступают основой экономической структуры государства, являются ключевыми участниками инновационного процесса и одним из главных мест для самовыражения и самосовершенствования человека. На уровне предприятий

экономика знаний оказывает влияние на все аспекты их деятельности, особенно на процессы формирования стратегии развития и бизнес-модели, обуславливая необходимость реформирования всех систем принятия решений. На рисунке 2 представлены характерные черты экономики знаний на макро- и микроуровне и получаемые эффекты.

Экономика знаний предполагает некапиталоемкие инвестиции в развитие человеческого капитала, обеспечивающие продолжительный кумулятивный эффект в будущем во всех сферах жизнедеятельности общества, и не требует на начальном этапе существенных структурных изменений в реальном секторе экономики, обеспечивая при этом поступательное долгосрочное экономическое развитие, в котором знания являются основой достижения эффективности в условиях усиливающихся ограничений.

Для перехода к новой экономической модели развития требуется активное участие государства с целью совершенствования законодательной базы в сферах научно-технического развития, формирования стратегии развития институциональной и инновационной инфраструктуры. Именно государство ответственно за поддержа-

ние и развитие процессов создания, распространения и закрепления знаний, их использование, аккумуляцию и хранение. При отсутствии разработанного и законодательно закреплённого комплекса мер отдельные инициативы и инвестиционные проекты, носящие преимущественно имиджевый характер, не способны дать положительного эффекта.

В стратегических документах РФ законодательно подтвержден факт, что ключевым фактором, определяющим конкурентоспособность национальных экономик и эффективность нацио-

нальных стратегий безопасности, является высокое качество человеческого потенциала, высокий темп освоения новых знаний и создания наукоемкой продукции на собственной технологической основе [18; 19; 20]. Также определена роль науки как основы суверенного развития государства, которая создает предпосылки и условия для обоснованного, сбалансированного и эффективного решения стоящих перед государством социально-экономических, культурных и иных задач, обеспечения безопасности страны и ее значимого вклада в интеллектуальное достояние человечества [18].



Рисунок 2 – Характерные черты экономики знаний

Источник: разработано авторами на основе [14, с. 125-128; 17, с. 33-51]

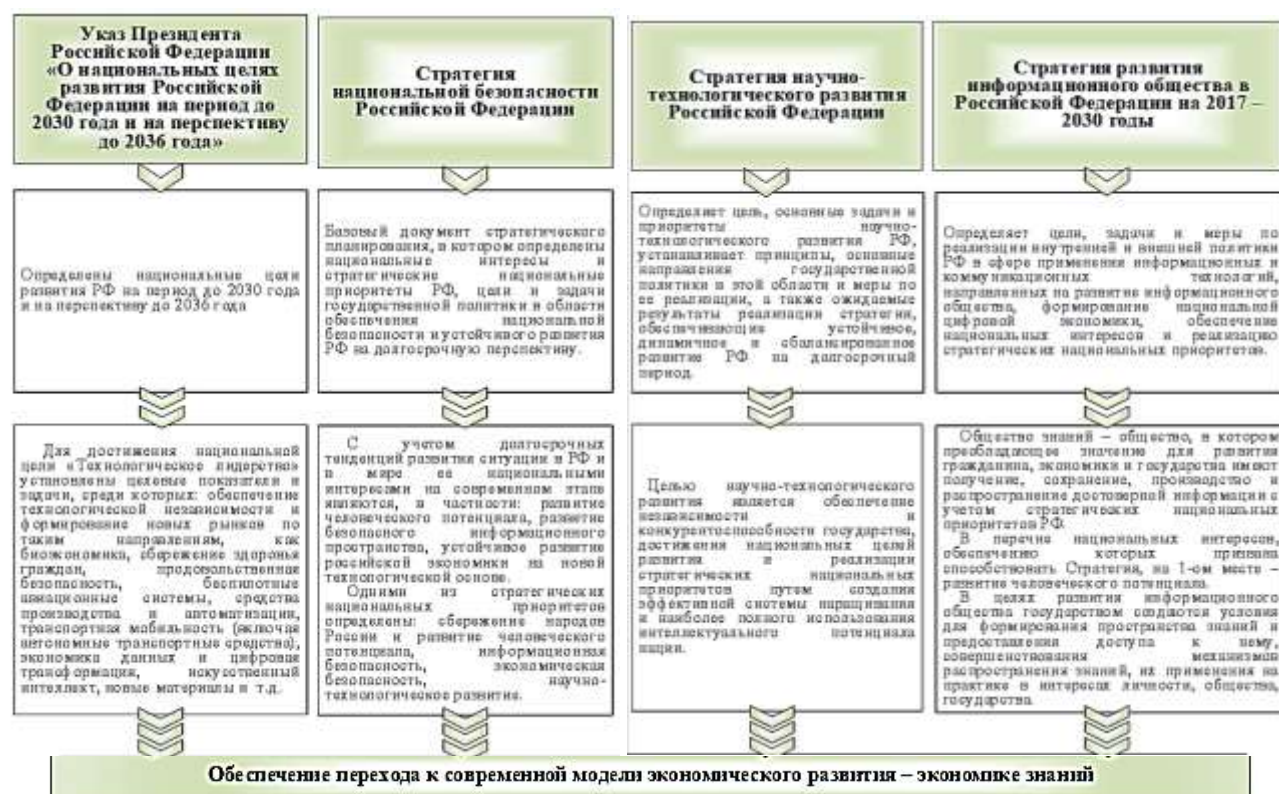


Рисунок 3 – Анализ основных стратегических документов РФ в контексте становления экономики знаний
Источник: разработано авторами на основе [1;18; 19; 20]

На рисунке 3 представлен анализ содержания основных стратегических документов РФ в контексте становления экономики знаний.

Ключевыми приоритетами долгосрочного развития Российской Федерации в сфере инновационной деятельности, которые определены в основных стратегических документах, являются: создание условий для формирования пространства знаний, обеспечение всеобщего доступа к пространству знаний, совершенствование механизмов распространения знаний, их применения на практике в интересах всех членов общества, обеспечение открытости экономики, переход к цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, интеграция в мировые процессы создания и использования знаний через нововведения, обеспечение национальной безопасности и достижения технологического суверенитета. Это свидетельствует о законодательном обеспечении перехода РФ к современной модели экономического развития – экономике знаний.

Однако, в практической плоскости становление экономики знаний в РФ продвигается медленно. За последнее время в России достигнуты значительные результаты в отдельных областях науки и техники, однако эти достижения не привели к ожидаемому экономическому результату, что свидетельствует о том, что в РФ наука так и не стала драйвером экономического роста [11, с. 64; 12].

Коэффициент технологической зависимости РФ в 2022 г. составил 68,7 %, тогда как данный показатель для Швейцарии – 89,5 %, США – 51,9 %, Китая – 23 % [21].

По показателю уровня инновационной активности организаций Российская Федерация отстает от большинства наиболее развитых стран (рис. 4): в 2021 г. его величина составила 11,9 %, в 2022 – 11,0 %, в 2023 г. – 11,3 % [22; 23], в то время как в Канаде – 79,3 %, Германии – 68,8 %, США – 64,7 %, Китае – 40,8 % [21; 24].



Рисунок 4 – Уровень инновационной активности организаций в 2022г., %
Источник: разработано авторами на основе [21; 22; 23; 24]

В 2021 г. удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг в Российской Федерации составил 5,0 %, в 2022 г. – 5,1 %, в 2023 г. – 6,0 %, в то время как в странах ЕС и Турции он был гораздо выше (рис.5).

Страны, вкладывающие наибольшие средства в НИОКР, являются лидерами в сфере высоких технологий.

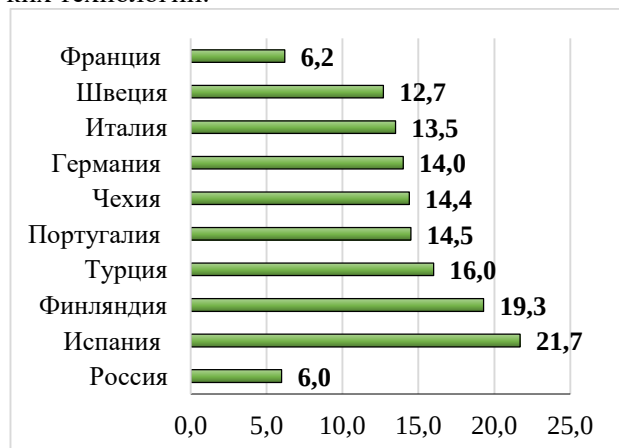


Рисунок 5 – Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг в 2023 г., %
Источник: разработано авторами на основе [21; 23; 24]

В 2023 г. Россия заняла 9 место в рейтинге по величине внутренних затрат на исследования и разработки (2021-2022 г. – 10 место) (рис. 6).

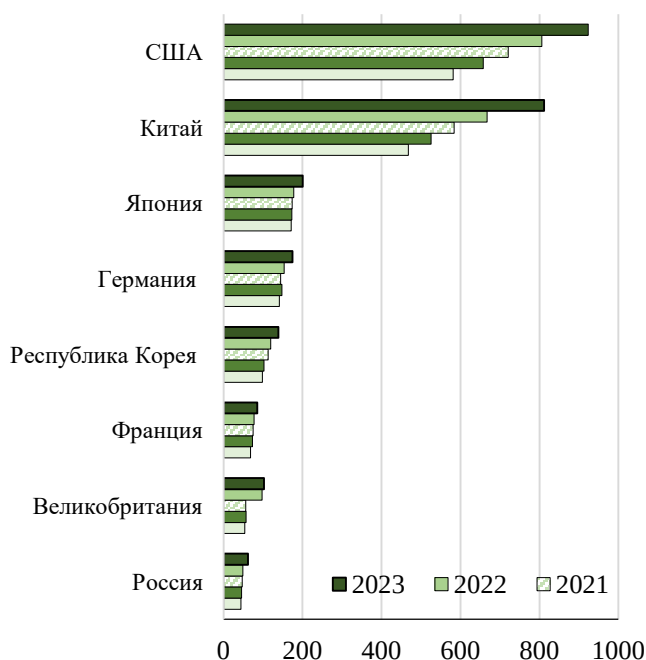


Рисунок 6 – Динамика внутренних затрат на исследования и разработки по странам, 2019-2023 гг., млрд долл. США
Источник: разработано авторами на основе [24]

Внутренние затраты на исследования и разработки в процентах к ВВП в РФ на протяжении последних 7 лет составляют около 1 %, в то время как данный показатель для Китая превышает 2 %, Германии – 3 %, для США – 4,5 % и при этом прослеживается тенденция его постепенного роста (рис. 7).

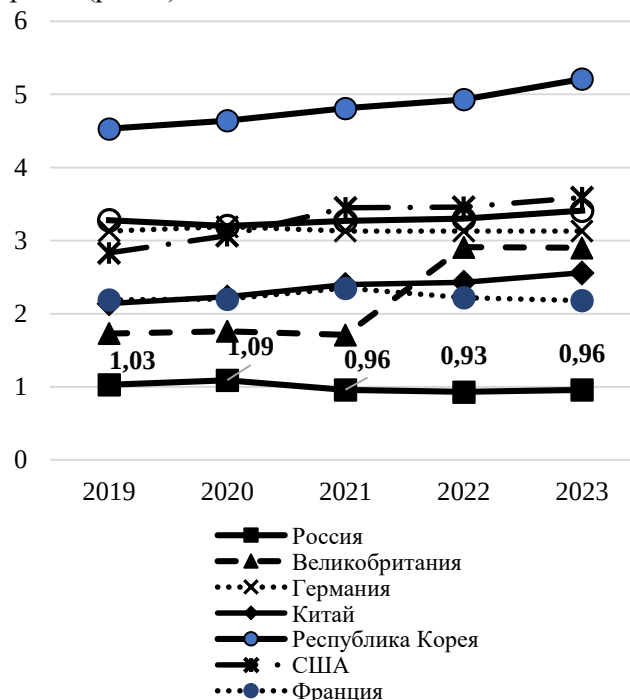


Рисунок 7 – Динамика внутренних затрат на исследования и разработки в 2019-2023 гг., % к ВВП
Источник: разработано авторами на основе [24]

Необходимо также отметить, что степень износа основных фондов превышает 50 % (рис. 8), а по отдельным отраслям и категориям превышает 65 %.

Около двух третей ВВП страны производится предприятиями, технологическая база которых безнадежно устарела и нуждается в коренной технологической реконструкции.

По количеству персонала занятого в исследованиях и разработках в 2023 г. РФ занимала 5 место в рейтинге, уступая Китаю, США, Японии и Германии (1-4 место соответственно). Отмечается рост привлекательности научной карьеры – численность аспирантов по итогам 2023 г. увеличилась на 10,8 % по сравнению с 2022 г. или на 44,3 % по сравнению с 2019 г. [25].

Низкая инновационная активность отечественных предприятий обусловлена рядом факторов, а именно: низкой абсорбцией знаний, в частности технологических; отсутствием тесной связи науки и производства; недофинансированием науки; недостаточностью и неэффективностью инвестиций в основной и человеческий капиталы;

оттоком квалифицированных специалистов с высоким интеллектуальным потенциалом; недостаточно эффективным взаимодействием основных

элементов национальной инновационной системы [2; 7; 8; 10; 11, с. 89-92; 26; 27].

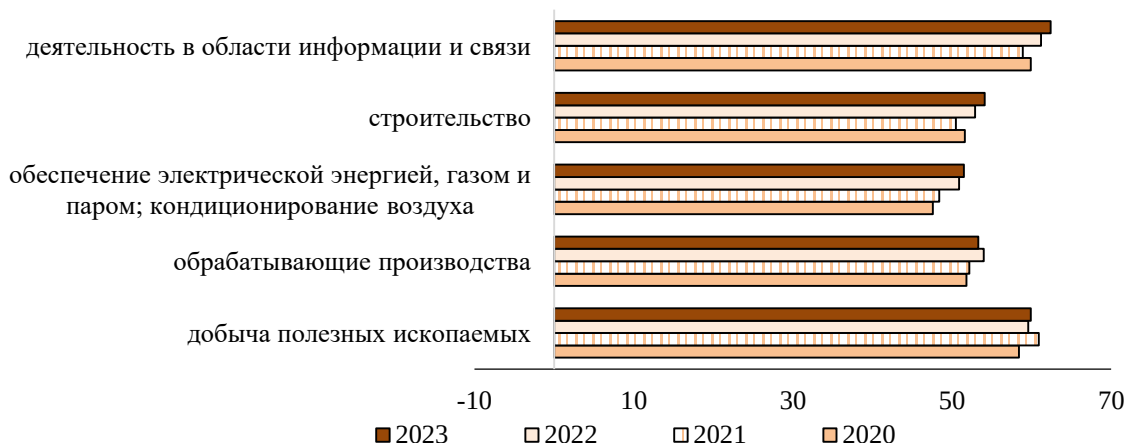


Рисунок 8 – Динамика степени износа основных фондов по видам экономической деятельности в 2020-2023 гг., %

Источник: разработано авторами на основе [22; 23]

В результате возникает разрыв между относительно высоким уровнем знаний и низкой эффективностью их использования: интеллектуальный потенциал теряется в провалах между созданием знаний, материализацией их в инновации и производством. Это, в конечном счете, приводит к технологическому отставанию практически во всех видах экономической деятельности, кроме военно-промышленного комплекса.

Доля вложений в «экономику знаний» в РФ составляет 14 % ВВП, в Китае – 22 %, в ЕС – 30 %, в США – 40 % [2; 3; 6].

Следовательно, наблюдается тенденция к увеличению разрыва между Российской Федерацией и другими странами по указанным показателям, что указывает на необходимость приложения значительных усилий для преодоления технологического отставания и достижения суверенитета.

Выводы

Для преодоления разрыва между относительно высоким уровнем знаний и низкой эффективностью их использования и результативного перехода РФ к экономике знаний необходимо:

постепенное повышение доли инвестиций в основную и человеческий капитал до 6 % ВВП к 2030 г., а дальнейшем до 10-15 % ВВП;

увеличение внутренних затрат на исследования и разработки не менее чем до 2 % ВВП к 2027 г., обеспечение динамики его постепенного роста и достижения к 2030 г. – до 3,5 % ВВП.

подчинение (адресность) затрат на исследования и разработки задаче получения прорывных результатов в технологических решениях и

на поддержание сложившихся стандартных технологических цепочек;

формирование научно-методических подходов к измерению уровня технологического суверенитета и результатов технологического развития;

определение порядка и очередности технологического перевооружения отраслей (в первую очередь – машиностроительную отрасль, как производящую новое оборудование, необходимое для технического перевооружения других отраслей);

обеспечение взаимодействия научно-технологического и производственных секторов, снижение административных барьеров;

совершенствование механизмов увеличения инвестиций в научные исследования и прикладные разработки со стороны предпринимательского сектора.

Однозначное осознание и принятие факта, что человеческий потенциал, наука, технологии и фундаментальное образование, наряду с природными ресурсами, являются главными конкурентными преимуществами страны.

Литература

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года: указ Президента РФ от 07.05.2024 г. №309. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/>_(дата обращения 27.04.2025).
2. Аганбегян А.Г. Поможет ли России опыт Китая в переходе к социально-экономическому росту на основе подъема технологического и интеллектуального уровней // Общество и экономика. 2024. №2. С. 5–25. DOI: 10.31857/S0207367624020017.

3. Аганбегян А.Г., Порфирьев Б.Н., Широв А.А. О преодолении текущего кризиса и путях развития экономики России // Научные труды ВЭО России. 2021. Т. 227. С.193–213. DOI: 10.38197/2072-2060-2021-227-1-193-213.
4. Квинт В.Л., Новикова И.В., Алимуратов М.К., Са-саев Н.И. Стратегирование технологического суверенитета национальной экономики // Управленческое консультирование. 2022. № 9. С. 57–67. DOI 10.22394/1726-1139-2022-9-57-67.
5. Глазьев С.Ю. Ноономика как парадигма управления нового мирохозяйственного уклада // Ноономика и ноообщество. Альманах трудов ИНИР им. С.Ю. Витте. 2022. Т.1. №3. С. 48–58. DOI: 10.37930/ 2782-618X-2022-1-3-48-58.
6. Ясинский В.А., Кожевников М.Ю. Борьба за технологический суверенитет: опыт Китая и уроки для России // Проблемы прогнозирования. 2023. №5 (200). С. 196–209. DOI: 10.47711/0868-6351-200-196-209.
7. Сухарев О.С. Экономический рост в России: структура, инвестиции и «экономика знаний» // Проблемы рыночной экономики. 2024. №1. С. 33–45. DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2024-1-33-45>.
8. Сухарев О.С. Технологический суверенитет России: формирование на базе развития сектора «экономика знаний» // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2024. №1. С. 47–64. DOI: 10.52180/2073-6487_2024_1_47_64.
9. Бодрунов С.Д. Проблемы технологического суверенитета и цивилизационное развитие: от современного общества к ноономике // Ноономика и ноообщество. Альманах трудов ИНИР им. С. Ю. Витте. 2023. Т.2. № 4. С. 13–24. DOI: 10.37930/2782-618X-2023-2-4-13.
10. Никонова А.А. Технологический суверенитет России: исследование и моделирование с позиций системной трансформации экономики // *π-Economy*. 2023. №16(5). С. 22–37. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.1650>.
11. Трансформация российской экономики в условиях формирования технологического суверенитета: монография / под ред. Е. Б. Ленчук. СПб.: Алетейя, 2024. 368 с. ISBN 978-5-00165-910-5. (дата обращения 17.04.2025).
12. Иванов В.В. Основные направления государственной политики обеспечения технологического суверенитета // Экономика науки. 2024. №10(1). С. 10–20. DOI: <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-1-10-20>.
13. Аганбегян А.Г. О приоритетном развитии сферы экономики знаний // Экономическое возрождение России. 2021. №1(67). С.15–22. DOI:10/37930/1990-9780-2021-1-67-15-22.
14. Клейнер Г.Б. Экономика. Моделирование. Математика. Избранные труды / Российская академия наук, Центральный экономико-математич. ин-т. – М.: ЦЭМИ РАН, 2016. – 856 с.
15. Белоброва Н.В. Переход промышленных предприятий к экономике знаний как основа экономического роста государства // Стратегия устойчивого развития в антикризисном управлении экономическими системами. Материалы VII Международной научно-практической конференции, Донецк, 08 апреля 2021 / Донецк: Донецкий национальный технический университет. 2021. С. 514-522.
16. Sukharev O.S. Measuring the Contribution of the “Knowledge Economy” to the Economic Growth Rate: Comparative Analysis // *Journal of the Knowledge Economy*. 2020. vol.12. pp. 1809–1829. DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2024-1-33-45>.
17. Макаров В.Л., Глейнер Г.Б. Микроэкономика знаний. М.: ЗАО Изд-во «Экономика», 2007. 204 с.
18. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: указ Президента РФ от 02.07.2021 г. №400. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107030001> (дата обращения 17.04.2025).
19. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: указ Президента РФ от 28.02.2024 №145. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202402280003> (дата обращения 17.04.2025).
20. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы: указ Президента РФ от 09.05.2017 г. №203. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения 17.04.2025).
21. Концепция технологического развития на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 г. №1315-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/KIJ6A00A1K5t8Aw93NfRG6P8OIbBp18F.pdf> (дата обращения 17.04.2025).
22. Российский статистический ежегодник. 2023: Стат.сб./Росстат. М., 2023. 701 с. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegodnik_2023.pdf (дата обращения 17.04.2025).
23. Российский статистический ежегодник. 2024: Стат.сб./Росстат. М., 2024. 630 с. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegodnik_2024.pdf (дата обращения 17.04.2025).
24. Россия и страны мира. 2024: Стат.сб./Росстат. М., 2024. 391 с. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Russia_strani_mira_2024.pdf (дата обращения 17.04.2025).
25. Наука. Технологии. Инновации: 2025 : краткий статистический сборник / Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский, М.Н. Коцемир и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. 104 с. <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/993677988.pdf> (дата обращения 17.04.2025).
26. Самоволева С.А. Проблемы регулирования абсорбции знаний в России // Управление наукой: теория и практика. 2023. Т.5. №3. С. 98–116. DOI 10.19181/smtp.2023.5.3.8. EDN CSFICB.
27. Унтура Г.А. Кумулятивная абсорбция знаний: создание технологий в фирмах и инновационных проектах // Мир экономики и управления. 2020. Т.20, №1. С. 46–66. DOI 10.25205/2542-0429-2020-20-1-46-66.

АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

С.К.Лунева¹, В.Н.Семенова², М.А.Комиссарова³

Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ)

191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21;

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова,

346428, Россия, Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью анализа эффективности политики конфиденциальности в контексте кибербезопасности для программ искусственного интеллекта, включающих агентов ИИ, используемых различными организациями для повышения эффективности своей работы. В статье рассматриваются случаи утечки данных и потенциальные последствия таких событий, политика конфиденциальности нескольких популярных моделей, таких как: Gemini, Gemma, iAsk, DeepSeek, Perplexity, ChatGPT и Claude.

Ключевые слова: безопасность, кибербезопасность, искусственный интеллект, ИИ-агенты, менеджмент.

ANALYZING INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF INFORMATION SECURITY

S.K.Luneva, V.N. Semenova,, M.A. Komissarova,

St. Petersburg State Economic University (SPbGEU), Russia, 191023, St. Petersburg, st.Sadovaya, 21;

Platov South Russian State Polytechnic University (NPI),

Russia, 346428, 132 Prosveshcheniya st., Novocherkassk,

The present study analyzes the efficacy of privacy policies in the context of cybersecurity for artificial intelligence programs that incorporate AI agents. These programs are utilized by various organizations to enhance their performance. The paper examines data leakage events and potential consequences of such events, privacy policies of several popular models such as: Gemini, Gemma, iAsk, DeepSeek, Perplexity, ChatGPT and Claude.

Keywords: security, cybersecurity, artificial intelligence, AI agents, management.

Введение.

Жизнедеятельность современного человека связана с необходимостью коммуникации с различными организациями, структурами, предприятиями, сообществами при взаимодействии с которыми люди предоставляют личные персональные данные о себе, как в профессиональной сфере, так и в личной жизни. Возможности получения консультаций дистанционно, появление чат-ботов способно избавить от необходимости посещения специалистов различного профиля, в том числе медицинских, использование телемедицины, предлагают удобную и доступную альтернативу для решения широкого спектра проблем, как профессионального, так и личного характера.

С быстрым развитием технологий искусственного интеллекта (ИИ) и появлением ИИ-агентов многие компании начали активно внедрение их в свою деятельность, что дает возможность в том числе сократить персонал компаний, а в некоторых ситуациях происходит делегирование программы некоторых обязанностей. ИИ-агенты или цифровые двойники демонстрируют повышенную способность к воспроизведению различных личностей. Хотя в настоящее время эти агенты не обладают полной идентичностью, они уже начали заменять людей в различных ситуациях, таких как онлайн-встречи, и могут отвечать на запросы по темам, по которым они прошли обширную подготовку.

EDN SPLVED

¹Лунева Светлана Курусовна – старший преподаватель кафедры безопасности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, тел.: +79119151670, e-mail: isvetlana1508@mail.ru, ORCID: 0009-0004-4801-6463;

²Семенова Вера Николаевна – аспирант кафедры «Производственный и инновационный менеджмент», e-mail: vee7467889762345@inbox.ru, ORCID: 0000-0003-1665-364X;

³Мария Анатольевна Комиссарова – доктор экономических наук, профессор, доцент, заведующий кафедрой «Производственный и инновационный менеджмент», тел.: 89034722719, e-mail: mari543@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-8862-4445.

Безусловно такой подход имеет экономическую привлекательность, позволяет сокращать некоторые расходы, что способствует повышению производительности труда, т.е. становится возможным выполнять больший объем работы за меньшее количество времени. Тем не менее при использовании программ с искусственным интеллектом существуют некоторые недостатки, касающиеся как достоверности получаемых данных, так и безопасности конфиденциальных данных, предоставляемых сотрудниками организации ИИ программе. В данной статье будут рассмотрены особенности данных угроз безопасности, а также потенциальные последствия в случае утечки данных, а также политика, связанная с предоставлением персональных данных этим программам, с акцентом на их использование третьими сторонами.

Компании и организации, собирающие биометрические данные, включая отпечатки пальцев, радужную оболочку глаз и фотографии лиц, аккумулируют огромный массив информации, который при неблагоприятных условиях и возможностях ИИ-агентов (а в некоторых ситуациях намеренно) можно использовать против людей, данные которых сохранены в этой базе, что может привести к так называемой «краже личности». [1]

Люди все чаще обращаются за консультацией к ИИ программам как по личным вопросам, доверяя свои секреты, по работе, делясь профессиональными вопросами, а также в связи с другими причинами. Преимуществами использования ИИ программы является удобство, доступность, более низкая стоимость по сравнению с посещением специалистов, а также это экономия времени.

В статье, опубликованной в MIT Technology Review, описываются случаи взаимодействия людей с искусственным интеллектом, которых становится все больше и больше с каждым днем, что указывает на востребованность данного общения. В статье указывается, что в системе государственного здравоохранения Канады очередь на получение помощи в области психического здоровья составляет два года, поэтому использование ИИ становится более эффективным и своевременным способом получения помощи. [3] В исследовании, опубликованном в Harvard Business Review, говорится о том, что в 2025 году самой популярной областью использования генеративного ИИ является – терапия, а также Востребованными являются вопросы организации жизни и поиска целей. Область психологии стала играть

более заметную роль, чем решение научных проблем, которые ранее были более приоритетными. [4]

Сложные возможности, которые делают агентов полезными помощниками, также превращают их в мощные инструменты для проведения кибератак. С их помощью можно легко определить уязвимые цели, захватить их системы и похитить ценные данные у ничего не подозревающих пользователей. В настоящее время киберпреступники не используют ИИ-агентов для масштабных взломов, так как на данный момент модели не способны автономно добиваться успеха в этой среде. Однако исследователи продемонстрировали, что агенты могут совершать сложные атаки. Например, команда из Anthropic обнаружила, что их Claude, оснащенный программными инструментами, разработанными исследователями кибербезопасности, может воспроизвести крупномасштабную атаку на кражу личных данных, аналогичную известной крупномасштабной краже из бюро кредитных историй. Кроме того, эксперты по кибербезопасности предупреждают о возможности распространения подобных атак в реальном мире. [5] [6]

Необходимо признать, что, когда люди передают личные данные таким программам, существует риск того, что эта информация может попасть к злоумышленникам и впоследствии может быть использована для нанесения вреда человеку и его работодателю. Политика конфиденциальности программ в некоторых случаях имеет некоторые пробелы и недостаточную прозрачность, поэтому крайне важно использовать только проверенные программы, полученные от официальных производителей и не использовать программы, которые были получены из непроверенных источников.

Материалы. Исследование политики конфиденциальности ИИ моделей

В большинстве случаев ИИ программы используют похожую политику конфиденциальности и условия использования, охватывающие сбор, хранение и использование личной информации в различных целях, а также ее использование третьими лицами. В дальнейшем мы рассмотрим политику конфиденциальности нескольких известных программ искусственного интеллекта. Необходимо отметить, что у рассматриваемых моделей в политике конфиденциальности, что личная информация может быть получена третьими лицами обманным путем и впоследствии ис-

пользована во вред как компаниям, так и пользователям. В данной статье мы рассмотрим политику конфиденциальности нескольких популярных моделей, таких как: Gemini, Gemma, iAsk, DeepSeek, Perplexity, ChatGPT и Claude.

На ИИ *Gemini* от Google распространяются условия использования и политика конфиденциальности Google, собирается информация о пользователях, которая может быть, как анонимизирована, так и персонализирована при входе в аккаунт и при каждом последующем использовании. Однако даже когда аккаунт Google не используется, Google сохраняет и накапливает данные, используя уникальные идентификаторы для различения разных пользователей. Эти идентификаторы отличаются по способу доступа к ним, сроку действия и возможности сброса пользователем. Кроме того, они связаны с браузерами, приложениями и устройствами, используемыми пользователем. Это позволяет Google сохранять уникальные настройки и другие данные, включая предпочитаемый язык, настройки персонализации рекламы и результаты поиска. [7]

Другая модель Google *Gemma* также собирает разнообразную информацию, включая данные учетной записи, информацию об использовании, используемом устройстве, файлы cookie и платежную информацию. Однако в политике конфиденциальности указано, что контент, обрабатываемый пользователями с помощью модели, не сохраняется для целей обучения, если только не было дано явное согласие на усовершенствование модели. Для улучшения работы модели и устранения неполадок может собираться анонимная статистика использования; однако, учитывая, что ни один способ передачи данных через Интернет или их хранения в электронном виде не является на 100% безопасным, Google LLC не гарантирует абсолютную безопасность. В определенных обстоятельствах раскрытие личной информации допустимо как по закону, так и в соответствии с другими положениями. [8]

Использование *iAsk AI* (Ai Search Inc) может быть настроено после входа в учетную запись, как с активным участием, так и без него. При использовании платформы *iAsk* собирается ряд данных. К ним относятся личные данные, такие как имя, адрес доставки, адрес электронной почты и номер телефона. Кроме того, могут собираться демографические данные, такие как возраст, пол, родной город и интересы. Также собираются технические данные, включающие IP-адрес, тип браузера, операционную систему, время доступа, а также URL-адреса, посещенные

до и после доступа к *iAsk*. Данные третьих лиц, включающие личную информацию или онлайн-друзей, могут быть получены, если существует связь между учетной записью пользователя и третьей стороной, и *iAsk* получил явное согласие. Компания может использовать эти данные для различных целей, включая персонализацию и обмен с третьими сторонами. В некоторых ситуациях собранная информация может быть раскрыта. Такое раскрытие может произойти при определенных обстоятельствах, включая юридические обязательства, судебные разбирательства или защиту прав, предоставление услуг или продуктов сторонними поставщиками, маркетинговые и рекламные мероприятия, сделки с участием третьих лиц, а также случаи продажи или банкротства компании. В политике конфиденциальности указано, что всеобъемлющая гарантия безопасности невозможна. В ней отмечается, что пользователи, решившие предоставить личную информацию, признают потенциальный риск, связанный с этим, поскольку любая информация, раскрытая в интернете, может быть перехвачена и использована неавторизованными лицами. Также при удалении аккаунта некоторая информация может быть сохранена. [9]

DeepSeek собирает данные, предоставляемые пользователями, включая различные виды информации, такие как информация об учетной записи, пользовательские данные, включая ввод текста, отправку запросов, загруженные файлы, отзывы, историю чата или другой контент, а также информацию, предоставляемую при контакте, такую как подтверждение личности или возраста, контактная информация, отзывы или запросы. Кроме того, информация систематически собирается с помощью автоматических средств, включая данные об устройстве и сети, журнальную информацию, геолокацию, файлы cookie и связанные с ними технологии, а также платежную информацию. Практика сбора данных распространяется не только на платформу, но и на такие источники, как Apple или Google, особенно в тех случаях, когда аккаунт пользователя связан с сервисами третьих сторон. Кроме того, сбор публичной информации упоминается, как компонент более широкой агрегации данных. Информация о пользователях используется, как для внутренних процессов, так и может быть передана третьим лицам в ходе корпоративных сделок и выполнения юридических обязательств. Политика конфиденциальности признает риски безопасности, связанные с передачей данных через интернет или электронную почту. В частности, безопасность

электронных почтовых сообщений может быть нарушена. Чтобы снизить эти риски, пользователям рекомендуется проявлять осторожность при выборе информации для передачи через программу или по электронной почте. Сервисы предоставляются и контролируются компанией Hangzhou DeepSeek Artificial Intelligence Co., Ltd. [10]

Компания *Perplexity AI, Inc.* собирает определенные типы пользовательских данных из различных источников. Собирается контактная информация, информация об учетной записи, платежная информация, информация о соискателях (например, информация о резюме, рекомендациях и истории работы), а также информация о взаимодействии с *Perplexity*. В случае если пользователи делают контент общедоступным или передают его третьим лицам, этот контент может храниться, отображаться, воспроизводиться, публиковаться или иным образом использоваться или раскрываться без разрешения пользователей и может быть приписан или не приписан им. Кроме того, компания и третьи лица, включая Google, LinkedIn, Apple, Monster, Discord, X (бывший Twitter) и Indeed, могут получать доступ к пользовательским данным. Также доступ к информации о пользователе может быть передан дочерним компаниям или другим организациям, входящим в корпоративную группу *Perplexity AI, Inc.*, поставщикам услуг, деловым партнерам, рекламным партнерам, профессиональным консультантам, для осуществления деловых операций и другим третьим лицам, включая других пользователей и в соответствии с законодательством. Компания также указала, что передача информации не является полностью безопасной и что необходимо принимать во внимание такие риски. [11]

В модели *ChatGPT*, разработанной OpenAI, есть несколько моделей и режимов, в которых условия конфиденциальности варьируются. Например, в модели *ChatGPT* «временные чаты» не используются для обучения моделей, API или клиентских данных. Пользователи *ChatGPT Free* и *Plus* имеют возможность контролировать данные, используемые компанией для обучения моделей. Компания не обучает свои API, *ChatGPT Enterprise* или *ChatGPT Team* с помощью данных клиентов по умолчанию. Личная информация не используется для обучения моделей компании. Кроме того, общедоступная информация в Интернете не используется для создания профилей людей, рекламы или таргетинга, а также для продажи пользовательских данных. Модели OpenAI генерируют новые слова каждый

раз, когда им задают вопрос. Они не хранят информацию в базе данных, чтобы потом вспомнить, и не «копируют и вставляют» учебную информацию при ответе на вопросы. При этом компания собирает пользовательские данные, включая информацию об учетной записи, пользовательский контент, контактную информацию, техническую информацию и другую информацию, которую предоставляют пользователи. Компания использует обезличенную информацию в обезличенном виде и не идентифицирует такую информацию повторно, за исключением случаев, когда к этому вынуждает закон. Компания может использовать контент, предоставленный пользователями, для улучшения своих услуг, включая обучение моделей, на которых основан *ChatGPT*. [12]

В модели *Claude* от Anthropic присутствует разделение на способы обработки персональных данных от имени коммерческих клиентов и для личного пользования. Программа собирает идентификационные и контактные данные, платежную информацию, входные и выходные данные, отзывы, персональные данные, а также техническую информацию, которая генерируется автоматически, включая файлы cookie и аналогичные технологии. Использование входных и генерируемых данных для обучения модели зависит от настроек, установленных пользователем. Anthropic стремится к прозрачности в отношении раскрытия персональных данных. Эта информация может быть передана третьим лицам, включая партнеров, корпоративных партнеров, поставщиков услуг и деловых партнеров. Anthropic также может раскрывать персональные данные в некоторых случаях, таких как; значимое корпоративное мероприятие, при взаимодействии со сторонними веб-сайтами. Услуги Anthropic могут включать в себя интеграцию с веб-сайтами, приложениями и услугами, управляемыми третьими сторонами, или в соответствии с нормативными или юридическими требованиями. В случае использования физическим лицом веб-сайта или услуг существует вероятность передачи его персональных пользовательских данных на серверы Anthropic, расположенные в США или других странах за пределами Европейской экономической зоны («ЕЭЗ») и Великобритании. Это может быть прямое предоставление персональных данных организации или передача, которую осуществляет организация или третья сторона. Когда собранные персональные пользовательские данные больше не требуются компания и их поставщики услуг

произведут необходимые процедуры для уничтожения, удаления, стирания или преобразования данных в анонимную форму. [13]

Как свидетельствуют политики конфиденциальности рассматриваемых моделей, существуют потенциальные риски, связанные с передачей пользовательских данных третьим лицам, как в рамках пользовательских соглашений, так и в контексте киберугроз. Помимо программ, которые стали предметом данного анализа, существует множество бот-программ. Например, в последнее время выросла популярность ботов Telegram, и пользователи этих ботов могут обнаружить, что их политика конфиденциальности менее доступна для рассмотрения.

Проблемы утечек данных могут затронуть как крупные компании, так и небольшие. Далее рассмотрим некоторые случаи, произошедшие за последние несколько лет.

В марте 2023 года компания OpenAI сообщила об утечке данных, касающихся личной информации пользователей чат-бота ChatGPT. Расследование инцидента показало, что личные данные некоторых платных подписчиков сервиса могли быть раскрыты. В результате сбоя некоторые пользователи получили несанкционированный доступ к сообщениям, именам, фамилиям, адресам электронной почты и платежной информации других платных подписчиков сервиса. Значительное число компаний в России уже пользуются ChatGPT. Сервис облегчает создание маркетинговых материалов, при этом ChatGPT передает данные пользователей - как личные, так и коммерческие - на сервер, расположенный в Америке, где действует нейросеть. [14] [15]

В сентябре 2023 года исследовательская группа Wiz Research, специализирующаяся на искусственном интеллекте Microsoft обнаружила,

что в ходе публикации учебного набора данных с открытым исходным кодом на GitHub Microsoft случайно раскрыла 38 терабайт дополнительных конфиденциальных данных, включая резервную копию диска с рабочих станций двух сотрудников. В резервной копии содержались секреты, закрытые ключи, пароли и в общей сложности 30 000 внутренних сообщений Microsoft Teams. Исследователи использовали функцию Azure, известную как SAS-токены, для облегчения обмена данными из учетных записей Azure Storage. При этом уровень доступа ограничивался определенными файлами, однако в данном случае ссылка была настроена на общий доступ ко всей учетной записи хранилища, включающей еще 38 ТБ личных файлов. [16]

В начале 2024 года в социальных сетях появились сообщения, указывающие на то, что некоторые страницы чатов, связанные с Gemini AI, попали в интернет. После того как компания Google устранила утечку и исправила ошибку, начались дискуссии о механизмах, лежащих в основе ИИ Gemini, и их последствиях для конфиденциальности пользователей. Были высказаны опасения по поводу хранения личных данных в Gemini AI. Согласно отчетам, разговоры потенциально могут храниться до трёх лет. [17]

Таким образом, в результате проблем с утечкой информации могут пострадать интересы, как граждан, так и разных организаций, соответственно это угрозы национальной безопасности страны и государства. Как было указано, сервис ChatGPT передает данные пользователей на сервер, расположенный в Америке, где функционирует нейросеть, что означает, что к коммерческой информации компаний из России могут иметь доступ третьи стороны [14] [15] (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты сбоя и утечки информационных данных при использовании ИИ-моделей за 2023-2024 гг.

Наименование ИИ	Время утечки	Результаты сбоя и утечки информационных данных
OpenAI (чат-бот ChatGPT)	20 марта 2023	несанкционированный доступ к сообщениям, именам, фамилиям пользователей, адресам электронной почты и платежной информации (последние четыре цифры и дату истечения срока действия кредитной карты), в том числе коммерческих организаций, пострадали 1,2% пользователей
GitHub Microsoft	Сентябрь 2023	38 терабайт дополнительных конфиденциальных личных данных, включая резервную копию диска с рабочих станций, в которых содержались секреты, закрытые ключи, пароли и в общей сложности 30 000 внутренних сообщений Microsoft Teams от 359 сотрудников Microsoft»
Gemini AI	Февраль 2024	страницы чатов Gemini от Google оказались в открытом доступе и появлялись в результатах поиска Google.

У ИИ программ появляется все больше возможностей для управления нашей жизнью, так компания OpenAI выпустила Operator, своего первого ИИ-агента, который может выполнять простые онлайн-задачи в браузере, такие как бронирование билетов на концерт или заполнение онлайн-заказа на продукты. [18] Клонирование голоса, дипфейки становятся все более качественными, возрастает также возможности для их распространения.

Однако на сегодняшний день не существует технологии, которая бы полностью защищала пользователей. Это связано в первую очередь с тем, что большинство людей активно пользуются социальными сетями и часто предоставляют обширную информацию о себе, которую можно легко получить в интернете.

Наиболее распространенные модели ИИ принадлежат ограниченному числу компаний. Исследование, опубликованное в приложении Voronoi в 2024 году, показало, что ChatGPT от OpenAI лидирует на рынке генеративного ИИ со значительным отрывом: на него приходится 82,5 % общего веб-трафика среди 40 инструментов генеративного ИИ, проанализированных в исследовании. Gemini и Poe заняли второе и третье места соответственно. В таблице 2 показаны инструменты генеративного ИИ по количеству посещений веб-сайта в марте 2024 года. [19] (таблица 2).

Исследования показывают, что компании, такие как Facebook и Instagram, используют высокие технологии искусственного интеллекта для персонализации контента пользователей, что может укрепить их убеждения и не представить разнообразие точек зрения.

Таблица 2 – Трафик ИИ моделей

№ п/п	Инструмент GenAI	Трафик в марте 2024 г.
1	ChatGPT	2,3 млрд.
2	Gemini	133 млн.
3	Poe	43 млн.
4	Perplexity	40 млн.
5	Claude	32 млн.

Google также персонализирует результаты поиска, что может ограничить разнообразие информации и поддержать уже существующие убеждения. Это влияние алгоритмов может затронуть поведение потребителей и выбор избирателей. В дополнение, искусственный интеллект может использоваться для прогнозирования поведения людей путем анализа их активности и взаимо-

действия в социальных сетях. Алгоритмы ИИ способны предсказывать будущие действия, что создает определенные риски и вызывает вопросы относительно прозрачности и влияния данного подхода. [20] [21]

Методы решения. Рекомендации по использованию организациями программ с искусственным интеллектом

Во многих случаях для работы коммерческих программ искусственного интеллекта требуется подключение к Интернету. В таких случаях компаниям настоятельно рекомендуется воздерживаться от ввода конфиденциальной или потенциально компрометирующей информации, которая может поставить под угрозу безопасность конкретного человека или организации. В контексте личного пользовательского взаимодействия и ИИ также рекомендуется проявлять осторожность при раскрытии информации, которая может быть использована в негативном ключе, как против человека, так и против компании или организации, которую он представляет. При работе в браузере можно использовать такие браузеры, которые предоставляют настройки анонимизации, например, Tor или DuckDuckGo.

При работе с конфиденциальной информацией по возможности следует использовать офлайн ИИ модели и устанавливать в настройках запрет на сбор пользовательских и по возможности технических данных.

Также вследствие постоянно обновляющийся информации необходимо регулярно исследовать новые методы защиты данных. [22] [23]

Заключение

Результаты исследования показывают, что внедрение программ искусственного интеллекта повышает риски работы, включая возможность утечки данных и манипулирования полученными данными и использования их недобросовестными получателями в своих целях, что может оказать существенное влияние на принятие важнейших организационных решений и влиять на безопасность не только самого человека, но и безопасность общества и государства.

Несмотря на то, что использование программного обеспечения с искусственным интеллектом экономически привлекательно и способно снизить расходы организации, сохраняются опасения относительно надежности информации, получаемой с помощью таких программ. Это, в свою очередь, может негативно сказаться на качестве работы. Для уменьшения рисков, организациям

рекомендуется отдавать предпочтение использованию офлайн-программ с искусственным интеллектом, когда это возможно. Кроме того, рекомендуется возлагать основные обязанности по принятию решений на человека, что обеспечит оптимальное качество результатов.

Для усиления безопасности на уровне нормативно-правовых актов в России правила безопасной разработки и использования искусственного интеллекта прописаны в обновленной в 2024 г. Стратегии развития искусственного интеллекта.

Литература

1. O'Donnell, J. We need to start wrestling with the ethics of AI agents. MIT Technology Review, November 26, 2024. online: <https://www.technologyreview.com/2024/11/26/1107309/we-need-to-start-wrestling-with-the-ethics-of-ai-agents/>
2. Williams, R. Cyberattacks by AI agents are coming. MIT Technology Review, April 4, 2025. online: <https://www.technologyreview.com/2025/04/04/1114228/cyberattacks-by-ai-agents-are-coming/>
3. Williams R. The AI relationship revolution is already here. MIT Technology Review, February 13, 2025. online: <https://www.technologyreview.com/2025/02/13/1111366/ai-relationships-chat-bots-parenting-self-care-dating-marriage-mental-health/>
4. Zao-Sanders M., How People Are Really Using Gen AI in 2025. Harvard Business Review, April 9, 2025. online: <https://hbr.org/2025/04/how-people-are-really-using-gen-ai-in-2025?autocomplete=true>
5. Progress from our Frontier Red Team. Anthropic, March 19, 2025 г. online: <https://www.anthropic.com/news/strategic-warning-for-ai-risk-progress-and-insights-from-our-frontier-red-team>
6. Политика конфиденциальности и условия использования Google. Дата обращения – 9 апреля 2025 года. online: <https://policies.google.com/privacy>,
7. Privacy Policy for Gemma 3. Дата обращения – 24 апреля 2025 года online: <https://gemma3.app/privacy-policy>
8. Gemini, online: <https://gemini.google.com/app?hl=en-GB>
9. iAsk AI, Privacy Policy. Дата обращения – 10 апреля 2025 года. online: <https://iask.ai/privacy>
10. DeepSeek Privacy Policy. Дата обращения – 10 апреля 2025 года. online: <https://cdn.deepseek.com/policies/en-US/deepseek-privacy-policy.html>
11. Perplexity's Privacy Policy. Last updated: February 02, 2025. Дата обращения – 24 апреля 2025 года online: <https://www.perplexity.ai/hub/legal/privacy-policy>
12. Consumer privacy at OpenAI. June 12, 2024. Дата обращения – 24 апреля 2025 года. online: <https://openai.com/consumer-privacy/>, <https://openai.com/ru-RU/policies/privacy-policy/>
13. Privacy Policy, Effective 1 may 2025 г. Дата обращения – 5 мая 2025 года. online: <https://www.anthropic.com/legal/privacy>
14. Рожков Р. И ты, бот: почему в утечке данных пользователей ChatGPT нет ничего удивительного. Forbes 30 марта 2023. online: <https://www.forbes.ru/tekhnologii/486858-i-ty-bot-po-cemu-v-utecke-dannyh-pol-zovatelej-chatgpt-net-nicego-udivitel-nogo>
15. March 20 ChatGPT outage: Here's what happened. OpenAI. March 24, 2023 online: <https://openai.com/index/march-20-chatgpt-outage/>
16. Ben-Sasson H., Greenberg R., 38TB of data accidentally exposed by Microsoft AI researchers. Wiz Research, September 18, 2023. online: <https://www.wiz.io/blog/38-terabytes-of-private-data-accidentally-exposed-by-microsoft-ai-researchers>
17. Khaitan A., Google's Gemini AI Exposes User Chats in Search Results: Here's What Happened? The Cyber Express, February 22, 2024. online: <https://thecyberexpress.com/google-gemini-ai-data-leak/>
18. Heaven W. D., OpenAI launches Operator—an agent that can use a computer for you. MIT Technology Review, January 23, 2025. online: <https://www.technologyreview.com/2025/01/23/1110484/openai-launches-operator-an-agent-that-can-use-a-computer-for-you/>
19. Zhu K., Ranked: The Most Popular Generative AI Tools in 2024, October 11, 2024. online: <https://www.visualcapitalist.com/ranked-the-most-popular-generative-ai-tools-in-2024/>
20. How AI Can Manipulate Your Choices. UMATechnology, January 1, 2025. online: <https://umatechnology.org/how-ai-can-manipulate-your-choices/>
21. Hassan S. A., How AI Can Be Used to Manipulate People. Psychology Today, April 6, 2023. online: <https://www.psychologytoday.com/us/blog/freedom-of-mind/202304/how-ai-can-be-used-to-manipulate-people>
22. Lukita A., Пугающее противостояние: утечка данных в машинном обучении. Блог компании VK. Big Data. Машинное обучение, 12 июля 2023. online: <https://habr.com/ru/companies/vk/articles/746360/>
23. Preventing Data Leaks in AI Systems. 05/05/25. online: <https://www.restack.io/p/ai-for-enhanced-cybersecurity-threat-detection-answer-preventing-data-leaks-cat-ai>

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ МОНОГОРОДОВ

Е. П. Чашчина¹

ГК «ЭПОТОС», Россия, 127566, г. Москва, Алтуфьевское шоссе, 44.

В статье представлено исследование по выявлению особенностей функционирования, трансформации и развития российских промышленных моногородов. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения их устойчивости и безопасности. Исследование проводилось с использованием авторской методологии по изучению исторического развития и наличия ресурсов промышленных моногородов, их зависимости от внешней среды, территориального разделения труда и наличия административной составляющей.

Ключевые слова: промышленные моногорода, исследование особенностей, методологические аспекты.

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF RUSSIAN INDUSTRIAL SINGLE-INDUSTRY TOWNS

E.P. Chashchina

EPOTOS Group OF COMPANIES, Russia, 127566, Moscow, Altufevskoe highway, 44

The article presents a study to identify the features of the functioning, transformation and development of Russian industrial single-industry towns. The relevance of the topic is due to the need to increase their stability and security. The research was conducted using the author's methodology for studying the historical development and availability of resources of industrial single-industry towns, their dependence on the external environment, territorial division of labor and the presence of an administrative component.

Keywords: industrial single-industry towns, research of features, methodological aspects.

Преодолеть субъективизм представлений о промышленном моногороде может помочь анализ его развития в контексте положений региональной экономики. Исходя из этого, для методологически правильных оценок необходимо рассмотреть такой город как: носитель гена исторической и культурной идентичности; территорию концентрации региональных ресурсов, промышленного развития и полюс экономического роста; элемент территориального разделения труда, умной специализации, агломерации, региональной системы, взаимовыгодного сотрудничества "город-бизнес-общество; фактор регионального стратегического развития; носитель инноваций. Это позволяет изучить его в пространственном аспекте с учетом исторического развития, наличия ресурсов, в зависимости от внешней среды, разделения труда, наличия административной составляющей. Для создания оптимальной модели развития промышленных моногородов потребуются соотнести теоретические исследования с практикой их функционирования, трансформации и развития на определенной территории.

В последних официальных документах (2020 г.) перечень моногородов включает 321 населенный пункт. Такие города распределены на территории России с разной концентрацией. Самое большое количество моногородов расположено в Приволжском (78 населенных пунктов; 24,3% всех моногородов России), Сибирском (66;

20,6%) и Центральном (64; 19,9%) федеральных округах, среди регионов – в Кемеровской (24 населенных пункта; 7,4% российских моногородов), Свердловской (17; 5,3%) и Челябинской (16; 5,0%) областях. Высокая концентрация моногородов России объясняется промышленной структурой экономики ее территорий (317 моногородов или 98,8% от их общего количества относятся к промышленным).

Корректировку количества промышленных моногородов России проведем исходя из данных на 03.03.2025 года, путем исключения тех, в которых градообразующие промышленные предприятия признаны банкротами и ликвидированы, находятся в стадии банкротства (количество моногородов, соответствующих данным критериям, составило 278 ед. или 87,7% от их прежнего числа). Большинство таких предприятий относились к лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности (банкротство происходило по причине истощения сырьевой базы на близлежащих территориях), добывающей (истощения сырьевой базы, снижения спроса, преимущественно, на уголь) и стекольной (введения запрета на поставку российской стекольной продукции в страны ЕС в 2022 году, что привело к потере 40% экспорта и образованию 30% профицита продукции на российском рынке; проблем

EDN SSWQLL

¹Чашчина Елена Павловна – Управляющий партнер, совладелец ГК «ЭПОТОС»; член российской части Женского делового альянса БРИКС, тел.: +7 (495) 916-61-16, e-mail: erch1971@mail.ru.

с используемым иностранным оборудованием; изменения законодательства³) промышленности.

С точки зрения исторического развития формирование промышленных моногородов в России длительное время шло вне магистральных общемировых процессов. Уникальные по структуре и функциям, они обладали особенностями функционирования, трансформации и развития в

разные исторические периоды, при этом оставаясь основой экономики страны. Для нашего анализа рассмотрим время и форму (путем трансформации или генетической предрасположенности) создания современных промышленных моногородов, особенности их функционирования в каждом историческом периоде (рис.1).



Примечание – Составлено автором

Рисунок 1 – Распределение современных российских промышленных моногородов по историческим этапам их создания

На рисунке представлены исторические этапы создания моногородов (вошедших в официальные, скорректированные нами, списки современных промышленных моногородов). Большинство таких городов возникло в периоды освоения и развития территорий (XIV–XIX вв.; 57,6% всех современных промышленных моногородов), планового развития НТП (1945–1980 гг.; 24,8%) и индустриализации СССР (1927-1940 гг.; 11,5%).

В период освоения территорий (до XIV в.) будущие моногорода представляли собой крупнейшие церковные центры (г. Ростов, Ярославская область), опорные укрепленные пункты (г. Елабуга, Республика Татарстан; г. Алексин, Тульская область; г. Гороховец, Владимирская область и пр.), а также центры ремёсел и торговли (г. Карачев, Брянская область – пенькозавод, маслобойная промышленность, шпагатная и картонная фабрики, обозный завод, молокозавод, мебельное производство; г. Тутаев, Ярославская область – овцеводство, Романовские металлургические заводы Ивана Боргина и др.). В процессе исторической эволюции они стали центрами наукоемких производств – отраслями их специализации сегодня являются машиностроение (66,7%), химия и нефтехимия (16,7%).

Период освоения и развития территорий России охватывает продолжительный временной

этап, когда было создано порядка 160 современных промышленных моногородов (25 ед. в XVII в., 55 ед. в XVIII в., 40 ед. в XIX в., 20 ед. в начале XX в.), 21,9% из которых изначально строились рядом и решали задачи / обслуживали интересы крупных предприятий (имели генетическую предрасположенность к моноспециализации). Большинство таких моногородов специализировались на машиностроении (24,4%), черной и цветной металлургии (20,0%), лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности (12,5%). Географически, они возникли в Свердловской (16 моногородов), Челябинской (13), Кемеровской (12), Нижегородской и Ивановской (по 7), Брянской и Владимирской (по 6) областях, Республике Карелия (6) и пр. Такие моногорода представляли собой новый тип поселений – заводские поселения. Они строились рядом с запасами сырья и топлива по берегам рек и прудов. Заводские монопоселения представляли собой особый тип организации труда, где на одной территории располагались производственные и административные здания, усадьба заводоладельца, жилые дома для рабочих, а также заводские магазины, церковь, общественные бани, больница и другие заведения, необходимые для постоянного нахождения на заводе работников [1]. Тем самым, они символизировали внедрение в традиционный на

³ Осипов В. Стекольной промышленности в России грозит кризис перепроизводства. – URL:

<https://dzen.ru/a/ZMPXivJMF2xRWvrY> (дата обращения: 17.07.2023).

Руси уклад жизни нового капиталистического производства.

Период индустриализации СССР (1927-1940 гг.) отличается интенсивным созданием промышленных моногородов (за 14 лет – 32 моногорода), практически половина (43,8%) из которых формировалась вокруг градообразующих предприятий, преимущественно горнодобывающей (АО «Апатит» – г. Кировск Мурманской области; ООО «Амурский уголь» – г. Райчихинск Амурской области, АО «Ургалуголь» – пос. Чегдомын Хабаровский край и т.д.), химической (АО «Апатит» – г. Кировск Мурманской области, ООО «ГалоПолимер КировоЧепецк» – г. Кирово-Чепецк Кировской области) и металлургической отраслей.

Государственная промышленная политика того времени касалась обеспечения индустриального роста и сглаживания различия между городом и деревней. Для поддержания индустриального роста возле мест залегания природных ископаемых и рядом с растущими перерабатывающими комбинатами, а также недалеко от крупных городов, где возводились новые заводы-гиганты, создавались рабочие поселения и города, в которых размещались необходимые для их деятельности трудовые ресурсы. Для сглаживания различия между городом и деревней в сельских поселках также создавались крупные промышленные комбинаты. Управление такими городами осуществлялось со стороны государства.

В целом, советские моногорода данного периода отличались тем, что в них существовало, преимущественно, единственное крупное предприятие – завод, шахта, ГОК и пр. Они строились для концентрации трудоспособного населения и закрепления его на промышленном предприятии (путем транспортной недоступности, с помощью включения уголовных норм в трудовое законодательство). С конца 20-х годов такие предприятия, где была занята большая часть жителей городов, стали называться «градообразующими» [2].

В период эвакуации (1941–1944 гг.) образование моногородов происходило за счет переноса действующих предприятий дальше от линии фронта (АО «Алтайхимпром», созданный на базе эвакуированного Перекопского химического завода в г. Яровое Алтайского края, бромное производство для нужд оборонной промышленности) и создания стратегически важных предприятий (АО «Уральская сталь», г. Новотроицк Оренбургской области).

На период планового развития НТП (1945–1980 гг.) приходилось образование 69 современных промышленных моногородов, половина из которых изначально формировалась вокруг крупного промышленного предприятия. Среди отраслевой специализации градообразую-

щих предприятий преобладали горнодобывающая (34,8% моногородов) отрасль, химия и нефтехимия (13,0%), промышленность стройматериалов (11,6%), машиностроение (10,1%), металлургия (8,7%). В этот период моногорода стали играть роль ключевых элементов, формируемых объединенных социокультурных групп населения, обладающих особой идентичностью. Они еще сохраняли признаки советского предприятия (были лишены собственных ресурсов и источников для саморазвития, исключали существование предпринимательского потенциала для развертывания каких-либо иных видов промышленного производства и т.д.), а государственный стиль управления не предполагал самостоятельности моногорода относительно центральных решений. Кроме того, советские моногорода сохраняли абсолютную зависимость от градообразующих предприятий, включая уровень и качество жизни населения (в т.ч. строительство и поддержание в рабочем состоянии практически всей социальной и инженерной инфраструктуры). Подмена функций государства часто приводила к наращиванию отсталости и постепенному устареванию инфраструктуры таких городов.

В современный период – период индустриальной диверсификации были созданы только два промышленных моногорода, специализирующихся на добыче полезных ископаемых, а также высокотехнологичный Индустриальный парк «Камские Поляны» (пос. Камские Поляны, Республика Татарстан), возникший на базе крупнейшего в России предприятия по производству высококачественной стретч-плёнки, мультифиламентных и пневмотекстирированных нитей. Особенностью современных моногородов является смещение их экономики с монопрофильной в сторону диверсифицированной путем расширения инвестиционной программы градообразующего предприятия, привлечения федеральных и региональных мер поддержки.

В целом, современные моногорода не только сохраняют особенности, характерные для того или иного исторического периода их создания, но и трансформируются в новых условиях на каждом этапе своего жизненного цикла. К основным особенностям промышленных моногородов, проявившихся на всех исторических этапах их развития можно отнести:

- достаточно продолжительный жизненный цикл («старые города»), что объясняет изношенность всей инфраструктуры города и градообразующего предприятия, особый социальный уклад и менталитет жителей, снижение численности и старение населения;
- удаленность от основных экономических центров и неразвитость транспортной инфраструктуры, сдерживающих миграцию населения

(территориальная изоляция от крупных агломераций). До 100 км по прямой от региональных центров расположено 76 промышленных моногородов различной специализации. Самое большое число моногородов находятся на расстоянии 101-200 км (98 ед.). Свыше 600 км от региональных центров расположены промышленные моногорода регионов Крайнего Севера (Республики Саха (Якутия) и Республики Коми, Иркутской области), в которых находятся добывающие предприятия и одно предприятие лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности;

- высокая зависимость от социально-экономического положения 1–3 предприятий (по одному предприятию расположено в большинстве – 88,1% от общего числа промышленных моногородов), их социальной ответственности и дружественного по отношению к моногороду развития (в т.ч. наполняемости бюджета);

- обеспеченность транспортными коридорами для перемещения грузов, наличие возможности модальных перевозок. Промышленные моногорода, где существует только один вид транспорта (автомобильный), составляют только 5% их количества. В России широко развита сеть железных дорог, а также часто используется водный транспорт ввиду исторически сложившихся особенностей строительства городов. Это предопределило развитие мультимодальных перевозок – 58,3 % промышленных моногородов имеет возможность работать в двух модальной (преимущественно, автомобильной и железнодорожной – 96,3% таких моногородов), 30,6% – в трех модальной (автомобильной-железнодорожной-водный – 74,1%) системе доставки груза.

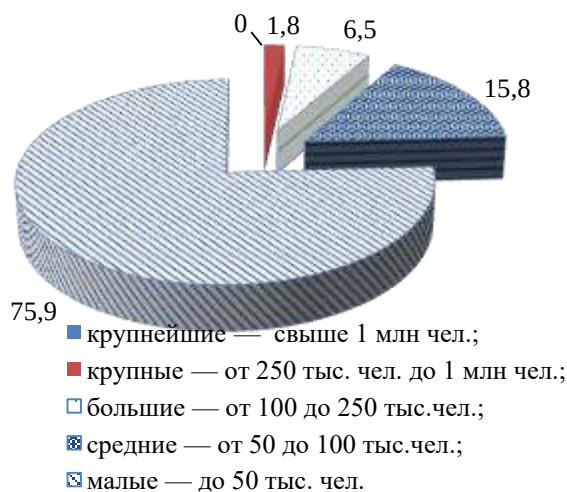
Тем самым, с точки зрения исторического развития функционирование и трансформация промышленных моногородов зависит от градообразующих предприятий. Такой тип моногорода, с одной стороны, максимально использует ресурсы предприятия, с другой – не относится к экономически эффективному и социально справедливому, нуждается в диверсификации производственной структуры и развитии инфраструктуры города. Основной задачей реанимирования и дальнейшего развития таких городов является решение первостепенной задачи наращивания ресурсов промышленных моногородов, в т.ч. диверсификации экономики, и деятельности градообразующих предприятий.

С точки зрения наличия ресурсов промышленного моногорода, можно оценить его социально-демографические, экономические (численность экономически активного населения и

его качество, объем инвестиционных и природных ресурсов, предпринимательская активность и т.д.), природные, инфраструктурные и прочие ресурсы, качество и объем которых соответствуют потребностям градообразующих предприятий.

Социально-экономическое состояние промышленных моногородов в России нельзя оценить, как устойчивое (около 75% моногородов относятся к неблагополучным; в 70% – доходы населения ниже, чем в регионе размещения; в большинстве моногородов инфраструктура полностью изношена), что во многом определяется низкой эффективностью работы градообразующих предприятий и отсутствием ресурсов для их долгосрочного развития / саморазвития. К основным причинами такого положения предприятий относят, прежде всего, отсутствие качественных трудовых ресурсов (главных и самых дорогих) и обеднение источников сырья (удорожание сырья). Если в рамках управления городом сложно воздействовать на достаточность и качество сырья, то поддержание качество жизни населения входит в список его первоочередных задач.

Большинство современных исследований по оценке ресурсов промышленных моногородов касаются оценки численности населения. Для проведения нашего исследования используем градацию городов, принятую Минстроем РФ⁴. Согласно данным на 01.01.2025 г. самыми многочисленными являются малые промышленные моногорода – 76% их общего числа (рис.2).



Примечание – Составлено автором

Рисунок 2 – Структура промышленных моногородов по численности населения, %

Отраслевая специализация градообразующих предприятий, расположенных в крупных моногородах с высокой концентрацией населения –

⁴ Свод правил «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*: утвержден При-

казом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр.

автомобилестроение (АО «АВТОВАЗ», г. Тольятти Самарской области; ПАО «КАМАЗ», г. Набережные Челны Республики Татарстан), черная металлургия (ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», г. Новокузнецк Кемеровской области; ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск Челябинской области; АО «ЕВРАЗ НТМК», г. Нижний Тагил Свердловской области; ЧерМК ПАО «Северсталь», г. Череповец Вологодской области) и машиностроение (ОАО «НПК „Уралвагонзавод“ им. Ф.Э. Дзержинского», г. Нижний Тагил Свердловской области). Такие предприятия отличаются крупными размерами, независимостью от близости сырьевой базы, высокой численностью и качеством занятых на них трудовых ресурсов. Малонаселенные поселки, напротив, располагаются преимущественно рядом с предприятиями лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности (пос. Красная Поляна Кировской области, пос. Кизема Архангельской области, пос. Умет Республики Мордовия, пос. Жарковский Тверской области и т.д.), а также промышленности стройматериалов (пос. Горный Новосибирской области, пос. Угловка Новгородской области, пос. Силикатный Ульяновской области и т.д.), легкой (г. Камешково Владимирской области, пос. Колобово Ивановской области и т.д.) и горнодобывающей (с. Светлогорье Приморского края, пос. Белогорск Кемеровской области, пос. Новоорловск Забайкальского края и т.д.) промышленности. Иначе говоря, такие поселки и города тяготеют к ресурсным предприятиям и предприятиям с малой численностью занятых.

Что касается зависимости численности населения промышленных моногородов от географического размещения, то высоким значением показателя людности обладают города Уральского (например, г. Магнитогорск Челябинской области – 408 тыс. чел, гг. Нижний Тагил и Каменск-Уральский Свердловской области – 356 и 160 тыс. чел., соответственно) и Приволжского (гг. Набережные Челны и г. Нижнекамск Республики Татарстан – 548 и 240 тыс. чел., соответственно, г. Благовещенск Республика Башкортостан – 261 тыс. чел.) федеральных округов. Такое размещение обусловлено индустриальной специализацией данных территорий, где сконцентрировано население и инфраструктура для их благополучного развития – жилые дома, городская инфраструктура, развитая социальная сфера, транспортная доступность и пр.

Таким образом, для промышленных моногородов необходимо удерживать и повышать ка-

чество трудовых ресурсов (промышленные города во многом берут на себя такие затраты). Эти процессы исторически реализуются совместно с градообразующими предприятиями, которые являются гарантами поддержания соответствующего уровня (обеспечивают доходы населения) и качества жизни (инвестируют во многие социальные проекты и программы) населения.

С точки зрения зависимости от внешней среды промышленные моногорода относятся к открытым системам, в которых их состояние напрямую определяется рыночной конъюнктурой на конечную продукцию и стоимостью внешних ресурсов, потребляемых градообразующими предприятиями. Поскольку большинство таких городов специализируются на выпуске продукции с низкой степенью переработки (49% промышленных моногородов), большинство из которой реализуется на мировых рынках, то объемы производства и цена на эту продукцию сильно зависят от конъюнктуры мировых рынков, курса рубля, экономических ограничений. Серьезным барьером реализации на мировых рынках продукции градообразующих предприятий стали вводимые против России санкции со стороны «недружественных» стран. Эксперты Центра стратегических разработок (ЦСР) подсчитали, что в нашей стране под прямым воздействием ограничительных мер находится каждое третье градообразующее предприятие, где трудятся более 500 тыс. чел., а косвенными ограничениями подвергнуты еще 38 предприятий⁵. Замедленная реакция на необходимость переориентации сбыта на внутренние и азиатские рынки привела к тяжелому финансово-экономическому положению на ряде сырьевых предприятий (они составляют сегодня порядка 5% всех промышленных моногородов).

Тем самым, промышленные моногорода находятся в высокой зависимости от изменений внешней (политической, экономической, технологической, социальной и культурной) среды по сравнению с городами с полифункциональной экономикой.

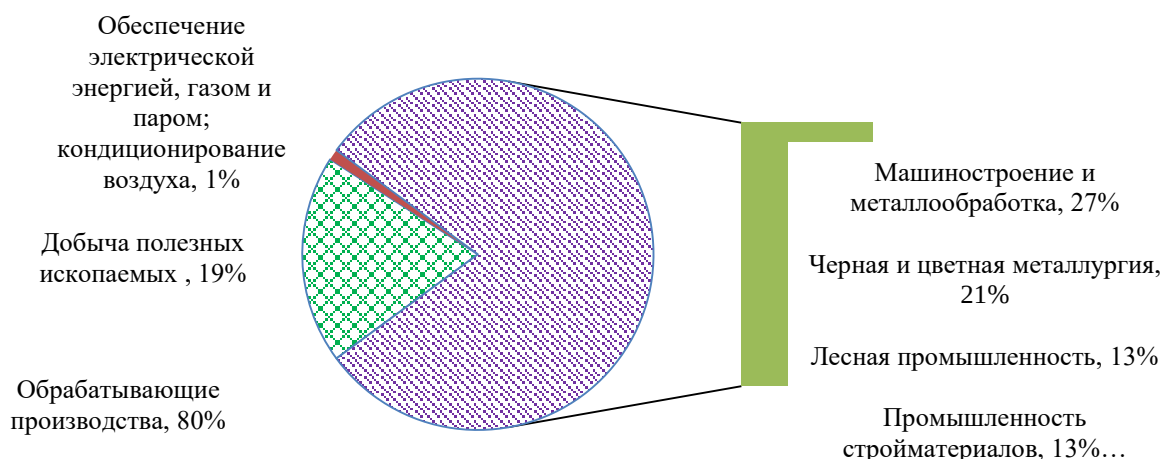
С точки зрения территориального разделения труда (экономической специализации) на большинстве промышленных моногородов преобладают предприятия машиностроения (27% промышленных моногородов страны), черной и цветной металлургии (21%), добывающей (19%) промышленности и прочих отраслей (рис.3).

Размещение и отраслевая принадлежность таких городов совпадают со специализацией регионов, многие из которых узкоспециализированные. Выделяют несколько профилей промышленных моногородов [3, 4]:

⁵ Зубаревич Н. Что будет с моногородами? – URL: https://www.prometall.info/ludi/stalevari/chto_budet_s_monogorodami (дата обращения: 14.05.2025).

- машиностроительной специализации, где основными направлениями являются автомобилестроение, приборостроение, железнодорожное машиностроение и производство военной продукции. Промышленные моногорода с развитым автомобилестроением (подотрасль относится к политически важной) расположены в гг. Тольятти (Самарская область), Набережные Челны (Республика Татарстан), Елабуга (Республика Татарстан), Нефтекамск (Республика Башкортостан), Миасс (Челябинская область). Здесь произво-

дится продукция основных российских автомобильных брендов – «АвтоВАЗ», «ГАЗ» и «КамАЗ». Почти все города машиностроительной специализации тяготеют к территориям Центрального (Тульская, Московская, Курская и Тверская области), Приволжского (Нижегородская, Саратовская), Уральского (Челябинская и Свердловская области) федеральных округов. Такое размещение машиностроительных моногородов связано со специализацией этих территорий и с высокой концентрацией населения и поселений;



Примечание – Составлено автором

Рисунок 3 – Отраслевая структура специализации промышленных моногородов, %

- металлургической специализации, включающих города и поселения с градообразующими предприятиями черной и цветной металлургии. Моногорода черной металлургии (гг. Магнитогорск, Череповец, Новокузнецк, Нижний Тагил, Новотроицк) с расположенными там крупными металлургическими и коксохимическими комбинатами, прокатными заводами размещались в непосредственной близости к основным металлургическим базам страны – Уральской и Кузнецкой [5]. Они отличаются высокой концентрацией производства и наличием проблем с загрязнением окружающей среды. Градообразующие предприятия цветной металлургии располагаются в малых городах и поселках Уральского (гг. Краснотурьинск, Верхняя Пышма, Верхний Уфалей, Карабаш и др.), Северо-Западного (гг. Заполярный и Мончегорск, пос. Никель и др.) и прочих федеральных округов. Крупнейшими холдингами – держателями предприятий цветной металлургии, расположенных в моногородах России, являются ПАО ГМК «Норильский никель», ОАО «РУСАЛ», ОАО «Уральская горно-металлургическая компания (УГМК)», ЗАО «Русская медная компания» (РМК). В моногородах, где находятся такие предприятия, также остро стоит проблема загрязнения окружающей среды, они часто располагаются в отдалении от центров регионов, где

возникают проблемы с социальной защищенностью населения и транспортной доступностью территории;

- горнодобывающей специализации, чье развитие предопределено величиной месторождений, содержанием главных компонентов в руде, интенсивностью добычи и прочими параметрами. К самым многочисленным можно отнести моногорода, где градообразующие предприятия занимаются добычей угля – прежде всего, гг. Березовский, Ленинск-Кузнецкий, Полысаево, Белово и др. (Кемеровской области), а также города Иркутской и Амурской, Ростовской области, Красноярского и Приморского, Хабаровского и Забайкальского краев, Республик Саха (Якутия), Хакасия, Бурятия и Коми и т.д. Если в западной и центральной частях страны большинство таких моногородов находятся в сложном финансово-экономическом положении, ввиду снижения потребления данного вида сырья, то для угольной отрасли Сибири, Якутии и Дальнего Востока, где много отдаленных и практически изолированных территорий, альтернативы углю не существует. В Кемеровской, Свердловской и Челябинской, Иркутской и Архангельской, Курской областях, Забайкальском крае, Республиках Карелия и Башкортостан расположены месторождения различных металлических руд. Республика Саха (Якутия), Забайкальский край, Мурманская область и др. отличаются богатыми месторождениями алмазов и

золота. Для многих моногородов горнодобывающей специализации характерно очаговое размещение, суровые климатические условия и плохая транспортная доступность. На таких территориях остро стоит проблема восстановления разрушенных природных экосистем;

- лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной специализации, размещенных, преимущественно, в таежной зоне в пределах распространения хвойных лесов (Республики Карелия и Бурятия, Архангельская и Мурманская, Иркутская области, Забайкальский край и др.). Здесь сформировались города и поселки различной людности, ориентированные на лесозаготовку и деревообработку, обслуживание крупных ЦБК (АО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат», г. Новодвинск Архангельской области, АО «Сегежский ЦБК», г. Сегежа Республики Карелия; АО «Кондопожский ЦБК», г. Кондопога Республики Карелия и др.). Многие моногорода лесной специализацией находятся в тяжелом финансово-экономическом положении или имеют высокие риски его ухудшения в связи с истощением ресурсной базы и, соответственно, ростом затрат на лесозаготовку и обработку (ввиду постоянного отдаления лесных ресурсов от мест их переработки, резкого подорожания железнодорожных перевозок и т.д.). Они отличаются критической ситуацией в сфере занятости населения и нещадной эксплуатацией ресурсов, разрушающих природные экосистемы.

Моногорода, специализирующиеся на промышленности стройматериалов, равномерно расположены по всей стране. Это обусловлено необходимостью приближения мест добычи полезных ископаемых (песок, глина, галька и др.) к местам удовлетворения местных потребностей в стройматериалах, например, для строительства городской инфраструктуры и поддержания функционирования транспортных сетей. Они так же, как и горнодобывающие зависят от величины и дальности расположения месторождений, интенсивности добычи и прочих параметров. Моногорода, специализирующиеся на химической и нефтехимической промышленности, отличаются высоким уровнем загрязнения окружающей среды (воздуха, воды и почвы). Свыше половины таких городов расположены в Центральном федеральном округе – это вредные химические производства (выпускающие лаки, краски и т.д.). В других регионах моногорода химической промышленности находятся недалеко от нефтегазопроводов или привязаны к добыче и переработке первичного сырья: г. Невинномысск Ставропольского края – для обеспечения сырьем АО «Невинномысский Азот» рядом с городом проходит крупный газопровод; г. Кировск Мурманской области (АО «Апатит») приближен к добыче апати-

тов и г. Саянск Иркутской области (АО «Саянски-химпласт») – к месторождению каменной соли и т.д. Концентрация моногородов легкой промышленности характерна для Ивановской области (гг. Южа, Приволжск, пос. Каменка, Колобово, Савино). Отдельные города встречаются в Вологодской, Нижегородской, Владимирской и прочих областях, где унаследованы исторические традиции развития текстильной и швейной промышленности. Моногорода пищевой специализации, размещены в Приволжском (Нижегородская, Кировская, Оренбургская, Пензенская области, Республика Мордовия) и Центральном (Липецкая и Тамбовская области) федеральных округах. Они имеют различную специализацию – от производства этилового спирта до кондитерских изделий, молока консервированного, мясных изделий и пр. К редкой отраслевой специализации моногородов можно отнести атомную промышленность и электроэнергетику.

В целом, отраслевая специализация промышленных моногородов определяется преимущественно их размещением (в сырьевом поясе располагаются моногорода, связанные с первичной переработкой сырья – добывающие, лесные и деревообрабатывающие; на агропромышленных территориях – моногорода с пищевой и машиностроительной специализацией; на территориях промышленного пояса – все остальные; на всех территориях равномерно – моногорода со специализацией на промышленности стройматериалов), историческими особенностями, стратегическими целями государства.

С точки зрения наличия административной составляющей управление большинством промышленных моногородов осуществляется муниципальными органами управления, опосредованно – федеральными и региональными органами власти и управления, институтами развития, а также градообразующими предприятиями.

Основной задачей муниципальных органов управления промышленным моногородом является обеспечение уровня и качества жизни его населения путем, с одной стороны, создания условий гармоничного развития и саморазвития градообразующих предприятий, с другой – диверсификации экономики для достижения экономической безопасности города. Меры управления промышленными моногородами включают: муниципальные заказы, льготное кредитование, налоговые льготы для оживления экономики города и формирования альтернативного рынка труда; реализацию социальных и культурных проектов для повышения качества жизни населения, обеспечение роста инновационного, научного и образовательного потенциала; модернизацию инфраструктуры города; развитие креативных отраслей экономики и т.д.

Высокие показатели социально-экономического развития характерны для промышленных моногородов, где их интересы находятся в тесной взаимосвязи с интересами градообразующих предприятий. Последние для участия в управлении такими городами используют прямое (путем реализации инвестиционных проектов и программ), а также опосредованное (обеспечивают высокий уровень оплаты труда, оказывают социальную помощь работникам, инвестируют в модернизацию и расширение производства, привлекают в город высококвалифицированных специалистов и т.д.) влияние на все сферы жизни города [6]. Особенностью современного исторического этапа является то, что практически все российские градообразующие предприятия входят в различные крупные холдинги (ПАО «АЛРОСА», ПАО АФК «Система», ПАО «СИБУР Холдинг», ОАО «Уральская горно-металлургическая компания» (УГМК) и т.д.). Это, с одной стороны, позволяет им быть устойчивыми, с другой – несамостоятельными в принятии решений, в т.ч. относительно выбора условий поддержки промышленных моногородов.

Задачей региональных органов власти и управления является сокращение диспропорций между прочими территориями региона и моногородами. В рамках реализации политики сбалансированности местных бюджетов они оказывают дополнительную финансовую помощь промышленным моногородам в рамках косвенных мер поддержки. Однако доходов муниципальных и региональных бюджетов недостаточно для обеспечения социально-экономической устойчивости и безопасности таких городов, реализации политики модернизации и диверсификации их экономики.

Формирование и поддержка промышленных моногородов являются приоритетами государственной политики России, поскольку градообразующие предприятия всегда имели и имеют для страны стратегическое значение (способствовали индустриализации, экономическому развитию отдельных территорий, территориальной организации и расселению населения страны и т.д.). Моногорода, особенно находящиеся в «зоне риска» (с наиболее тяжелым социально-экономическим положением – 5% от их общего числа [7]), последние 15 лет получали широкую поддержку. Согласно единому перечню, составленному Минэкономразвития России, на 1 мая 2017 года система поддержки включала 106 мер финансового и нефинансового характеров (практически всех Министерств РФ, Фонда ЖКХ, Внешэконом-

банка, Фонда развития промышленности, Федеральной корпорации малого и среднего предпринимательства, Агентства стратегических инициатив, Фонда развития моногородов) [8]. Значительное число мер поддержки направлено на стимулирование отдельных видов экономической деятельности и косвенно касается вопросов стабилизации социально-экономического положения и стратегического развития промышленных моногородов.

Среди мер государственной поддержки моногородов можно выделить: создание территорий опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР); льготные кредиты и гарантийная поддержка субъектов малого и среднего предпринимательства в рамках реализации муниципальных программ и т.д. Активная государственная поддержка моногородов началась в 2014 году, когда был создан «Фонд развития моногородов». Для диверсификации экономики, организации новых рабочих мест и привлечения внешних инвестиций Фондом были реализованы мероприятия по: строительству и (или) реконструкции объектов инфраструктуры, содействию в подготовке и (или) участию в финансировании инвестиционных проектов, выполнению функций проектного офиса по реализации инвестиционных проектов в моногородах. В 2022 г. функции Фонда были переданы в госкорпорацию ВЭБ РФ. На 1 января 2024 г. портфель инвестиционных проектов моногородов составлял 29,3 млрд руб., в т.ч. 17,6 млрд руб. займы и 11,7 млрд руб. субсидии на развитие инфраструктуры. Кроме того, с 2016 года модернизация моногородов стала приоритетным национальным проектом, одна из главных задач которого – сделать моногорода комфортными для жизни. По информации на май 2024 г., в 2025 и 2026 гг. на поддержку моногородов в России из государственного бюджета планируют выделять по 1,6 млрд руб. ежегодно⁶.

В целом, управление деятельностью промышленных моногородов необходимо рассматривать как единую систему управления, которая имеет иерархическую структуру «градообразующее предприятие – промышленный моногород – регион – государство (институты развития)», где все уровни взаимосвязаны и взаимозависимы. Любые несогласованности между ними приводят к ухудшению социально-экономического положения и снижению безопасности моногородов.

Таким образом, можно выделить основные особенности функционирования, трансформации и развития экономики российских промышленных моногородов (табл. 1).

⁶ Тиванова К. На поддержку моногородов в РФ в этом году направят более 1,6 миллиарда рублей. URL:

<https://www.pnp.ru/economics/na-podderzhku-monogorodov-v-rf-v-etom-godu-napravyat-bolee-16-milliarda-rublei.html> (дата обращения: 14.05.2025).

Таблица 1 – Основные особенности функционирования, трансформации и развития экономики российских промышленных моногородов

Направления исследования	Особенности:		
	функционирования	трансформации	развития
Историческое развитие	- достаточно продолжительный жизненный цикл («старые города»); - удаленность от основных экономических центров; - высокая зависимость от социально-экономического положения градообразующих предприятий; - обеспеченность транспортными коридорами для перемещения грузов, наличие возможности модальных перевозок	- адаптация к изменениям, характерным для того или иного исторического периода развития моногородов	- диверсификация экономики, и деятельности / продукции градообразующих предприятий
Наличие ресурсов	- высокая доля неблагополучных моногородов; - высокая конкуренция на рынке труда; - низкий уровень оплаты труда относительно среднего по отрасли региона присутствия; - изношенная инфраструктура города	- обеднение сырьевой базы моногородов; - переток высококвалифицированных кадров из моногородов	- наращивание ресурсов промышленных моногородов
Зависимость от внешней среды	- высокая зависимость от конъюнктуры рынка, курса рубля, экономических кризисов и санкционных ограничений; - высокая зависимость от стоимости и качества привозного сырья	- рост адаптивных способностей моногородов к внешним изменениям	
Территориальное разделение труда (экономическая специализация)	- зависимость от территориального размещением и стратегических целей государства	- отраслевая диверсификация	
Наличие административной составляющей	- единая система управления «градообразующее предприятие – промышленный моногород – регион – государство (институты развития)»; - взаимосвязанность и взаимозависимость уровней управления	- рост поддержки государства; - зависимость от холдинговых структур	- устранение несогласованности между уровнями управления

В целом, каждый промышленный моногород имеет индивидуальные особенности, что включает возможность разработки унифицированных подходов для решения проблем их экономического развития. Для эффективного управления функционированием и развитием моногородов важно исследовать трансформационные изменения в их экономике с точки зрения обеспечения стратегических интересов территорий всех уровней.

Литература

1. Голикова С.В. Заводские поселки — особый тип уральских поселений XVIII - начала XX в. // Документ. Архив. История. Современность. 2023. № 3. С. 66-87.
2. Шипулина Т.С. Особенности формирования моногородов СССР 1941-1945 годов // Научный аспект. 2023. №2. — URL: <https://na-journal.ru/2-2023-istoriya/4371-osobennosti-formirovaniya-monogorodov-sssr-1941-1945-godov> (дата обращения: 17.03.2025).

3. Любовный В.Я. Монопрофильные города в условиях кризиса: состояния, проблемы, возможности реабилитации. — М.: ЗАО «Дортранспечать», 2009. 110 с.
4. Кузнецова, Г.Ю. Социально-экономические трансформации монопрофильных поселений в переходной экономике / Г.Ю. Кузнецова // Региональные исследования. — 2004. — № 1. — С. 33-43.
5. Моногород: управление развитием / Т.В. Ускова, Л.Г. Иогман, С.Н. Ткачук, А.Н. Нестеров, Н.Ю. Литвинова; под ред. д.э.н. Т.В. Усковой. — Вологда: ИСЭРТ РАН, 2012. 220 с.
6. Макарова И.В., Чащина Е.П. Особенности социально-экономического развития моногородов России и Республики Беларусь // Экономическая наука сегодня (ВАК Республики Беларусь, БНТУ). 2024. Вып. 20. С. 72-78.
7. Крючкова Е. Моногорода вновь готовят к пересчету // Газета «Коммерсантъ». № 207/П от 11.11.2024. С. 2.
8. Мирошникова С.Н., Чаркина Е.С. Вопросы экономической политики и государственного управления // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2018. № 1. С. 78-86.

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://unecon.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 повторяющими 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 15х20 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.

ISSN 2074-1146

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации –
ПИ № ТУ 78-01571 от 12 мая 2014 г.

Журнал входит в Российский индекс научного цитирования
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=28520.

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 **№2(72)/2025**

Подписано в печать 16.06.2025 г. Формат 60 x 84 ¹/₈. Бумага офсетная. Гарнитура TimesNewRoman.
Печать офсетная. Объем 12,5 п.л. Тираж 500 экз. Заказ № 601

Адрес издателя и типографии: 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А
Отпечатано на полиграфической базе СПбГЭУ