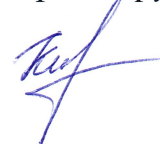


РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

На правах рукописи



ГОДОВАНЫЙ Кирилл Александрович

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
АУТСОРСИНГА В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Специальность 2.9.9 – Логистические транспортные системы

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
Доктор технических наук, доцент
Колесников Максим Владимирович

Ростов-на-Дону

2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУТСОРСИНГ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ..	11
1.1 Аутсорсинг в развитии транспортно-логистических систем	11
1.1.1 Понятие аутсорсинга в производственно-хозяйственной деятельности предприятия	11
1.1.2 Аутсорсинг в транспортно-логистических системах	18
1.2 Развитие конкурентной среды в транспортно-логистических системах железнодорожного транспорта	23
1.2.1 Развитие транспортно-логистической системы в условиях конкуренции	23
1.2.2 Операторская деятельность в транспортно-логистических системах	29
1.3 Технологии взаимодействия элементов транспортно-логистических систем и использования аутсорсинга: зарубежный опыт	37
1.4 Современные методы в организации элементов транспортно-логистических систем	45
Выводы по первой главе	60
ГЛАВА 2. МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУТСОРСИНГА В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	64
2.1 Логистическая деятельность операторских компаний на железнодорожном транспорте	64
2.1.1 Современное признаковое пространство оценки деятельности операторских компаний	64
2.1.2 Оценка параметров деятельности железнодорожной транспортно-логистической системы	70
2.2 Модели активности участников в транспортно-логистических и технологических системах	77
2.3 Трансформация деятельности операторских компаний в условиях системных изменений	86
2.3.1 Транспортно-логистические системы в условиях системных изменений	86
2.3.2 Модели трансформации деятельности логистического оператора	95
Выводы по второй главе	104

ГЛАВА 3. РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУТСОРСИНГА В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	106
3.1 Технологический аутсорсинг операторской деятельности в условиях профицита вагонного парка на сети.....	106
3.2 Модели реализации технологического аутсорсинга в транспортно- логистических системах	111
3.3 Экономическая оценка реализации технологического аутсорсинга в транспортно-логистических системах	119
3.4 Реализация алгоритма оценки целесообразности технологического аутсорсинга	131
Выводы по третьей главе	143
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	146
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	149
ПРИЛОЖЕНИЕ А	180
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	191
ПРИЛОЖЕНИЕ В	192

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Железнодорожный транспорт и перевозочный процесс сегодня представляют сложную, многоагентную систему, включающую конкурентные, монопольные и смешанные сегменты рынка. В этих условиях возникает задача совершенствования технологии организации перевозочного и вспомогательных процессов грузовых перевозок через развитие операторских и логистических компаний. Возникновение операторских компаний было объективно обусловлено необходимостью институционального стимулирования обновления парка подвижного состава. Дальнейшее развитие операторских компаний требует диверсификации услуг как в экономическом, так и технологическом планах. Рента от предоставления вагона грузовладельцу сегодня не является достаточным фактором обеспечения экономической устойчивости. Технологический аутсорсинг в части предоставления комплекса услуг по содержанию в отстое вагонов на подъездных путях, комплексное обслуживание средних и крупных компаний с учетом специфики их функционирования представляет научно-практический интерес для развития операторских компаний. В этих направлениях недостаточно проработаны методологические подходы к совершенствованию деятельности операторских компаний с учетом современных вызовов к развитию транспортно-логистического рынка грузовых перевозок, влияющих на интегральные транспортно-логистические издержки в экономике страны. Вследствие этого анализ состояния и определение научно и методически обоснованных направлений развития предприятий в сфере логистики на железнодорожном транспорте представляют актуальную задачу.

Степень разработанности темы исследования. Исследуемые вопросы в научно-периодической печати зачастую относятся к вопросам технологий организации локальных транспортно-логистических процессов, технологий взаимодействия логистических агентов и развития логистических операторов как бизнес-единиц, вопросам эффективности использования активов в условиях

волатильности спроса, развития инновационного подвижного состава. Эти и другие вопросы совершенствования транспортно-технологических и логистических процессов имеют существенное значение для устойчивого функционирования логистических операторов.

Исследованиям взаимодействия агентов транспортно-логистической системы железнодорожного транспорта с момента выделения операторской деятельности посвящено большое количество научных работ, которые укрупненно, в зависимости от ключевого аспекта, можно объединить по нескольким направлениям:

- значительный вклад в развитие теоретических основ транспортной логистики и закономерностей развития транспортно-логистических систем внесли труды Б. А. Аникина, В. И. Апатцева, В. В. Багиновой, В. Д. Герами, П. А. Козлова, П. В. Куренкова, Б. М. Лapidуса, Б. А. Лёвина, Л. Б. Миротина, О. Д. Покровской, А. Н. Рахмангулова, А. В. Резера и многих других ученых;

- вопросам разработки и внедрения механизмов технологического аутсорсинга в транспортно-логистических системах посвящены труды В. Д. Верескуна, М. В. Грязева, А. Н. Гуды, В. В. Зырянова, С. О. Календжяна, Н. Н. Кацера, М. В. Колесникова, А. Х. Курбанова, Б. М. Лapidуса, Д. Б. Хейвуда (J. V. Heywood) и многих других ученых;

- научный вклад в области организации технологического взаимодействия на железнодорожном транспорте и управления операторскими компаниями внесли работы И. Г. Белозеровой, Д. С. Бельницкого, Г. М. Биленко, А. Ф. Бородина, А. Н. Вдовина, Л. С. Жариковой, В. Н. Зубкова, К. Е. Ковалева, П. А. Козлова, П. В. Куренкова, Е. Е. Москвичевой, О. В. Москвичева, А. Т. Осьминина, Н. Ф. Сириной, И. А. Солоп, Е. Н. Тимухиной, Н. А. Тушина, Ф. И. Хусаинова, Е. А. Чеботаревой, И. Н. Шапкина, О. П. Югриной и многих других ученых;

- научной основой моделирования транспортно-логистических систем и оценки эффективности их функционирования в условиях аутсорсинга являются исследования В. А. Богачева, М. А. Бутаковой, В. Д. Верескуна, А. В. Вохмяниной, Р. В. Горина, А. Н. Гуды, М. А. Журавской, В. М. Задорожного, П. А. Козлова, М. В.

Колесникова, С. Н. Корнилова, Е. К. Коровяковского, Н. Н. Лябаха, Э. А. Мамаева, М. Б. Петрова, А. Н. Рахмангулова, А. И. Хашева, О. Н. Числова, D. W. Caves, L. R. Christensen, J. A. Swanson, W. J. Baumol, J. C. Panzar, R. D. Willig, C. Growitsch, H. Wetzel, N. Wills-Johnson, M. Florian, S. Lawphongpanich, M. Savelsbergh, M. Talebian, X. Zhu, X. Feng, L. Zhang, W. Hua и многих других ученых.

В то же время динамика развития рынка, внешние и внутренние вызовы для агентов транспортно-логистического рынка на железнодорожном транспорте требуют формирования траекторий устойчивого развития за счет диверсификации услуг, использования технологического аутсорсинга, масштабирования бизнеса как в горизонтальном (дополнительные виды услуг, комплексность, клиентоориентированность и др.), так и в вертикальном (формирования единых технологических процессов в области операторского бизнеса, предоставление комплексных логистических услуг 4PL и выше уровней) направлениях.

Анализ научных исследований показал, что вопрос взаимодействия операторских компаний и промышленных предприятий, имеющих железнодорожные подъездные пути является новым для отрасли и не получил должного внимания. Разработка методов взаимодействия операторских компаний с применением технологического аутсорсинга в качестве логистического инструментария с собственниками железнодорожной инфраструктуры позволит создать новые зоны (сферы) конкуренции на железнодорожном транспорте и укрепит роль собственников подвижного состава как логической составляющей отрасли.

Объектом исследования является организация взаимодействия агентов транспортно-логистической системы на железнодорожном транспорте в условиях активных изменений в организации грузоперевозок, включая деятельность операторских компаний.

Предмет исследования – методы и процессы организации и развития технологического аутсорсинга в транспортно-логистических системах, направленные на снижение транспортно-логистических издержек.

Диссертационное исследование выполнено в следующих областях исследований паспорта научных специальностей: 2.9.9. – Логистические транспортные системы: п. 7 «Транспортно-логистические системы формирования новой ценности для экономики и общества», п. 11 «Обеспечение технологии взаимодействия элементов в многоуровневых иерархических транспортно-логистических системах, включая вопросы нормативно-правового и таможенного регулирования, экспедирования грузов».

Целью диссертационного исследования является развитие методов реализации технологического аутсорсинга и диверсификации деятельности операторских и логистических компаний в системе железнодорожного транспорта в современных условиях.

Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

1. Комплексный анализ функций операторских компаний, реализуемых в транспортно-логистических системах железнодорожного транспорта, с формализацией факторов, влияющих на деятельность участников транспортно-логистических процессов.
2. Исследование различных подходов и технологий работы логистических операторов в многоуровневой организационно-технологической системе организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте.
3. Исследование пространства вариантов организации взаимодействия операторских компаний и промышленных предприятий, моделей организации технологического аутсорсинга, этапов трансформации транспортно-логистических процессов в условиях изменений.
4. Разработка и развитие модели организации взаимодействия операторских компаний с прочими участниками транспортно-логистического рынка железнодорожного транспорта.
5. Технологическое и экономическое обоснование траекторий диверсификации деятельности логистических операторов и реализации технологического аутсорсинга на основе программной реализации предложенных подходов и методов.

Методология и методы диссертационного исследования. Теоретической базой исследования являются научно-методические и методологические подходы исследования технологий взаимодействия субъектов транспортно-логистического рынка в современных экономиках стран, результаты научных, монографических, диссертационных исследований отечественных и зарубежных авторов в области технологического аутсорсинга в транспортной логистике и на железнодорожном транспорте.

Эмпирической базой исследования служит статистика транспорта, эксплуатационной деятельности ОАО «РЖД», операторских компаний, макроэкономические показатели отечественной экономики, логистики, мирового товарооборота и другие данные.

Для решения поставленных задач в работе используются структурный анализ технологических процессов на железнодорожном транспорте, ретроспективный анализ развития технологического аутсорсинга, статистический анализ деятельности операторских компаний, экспертный анализ эффективности деятельности транспортно-логистической системы, аналитическое моделирование активности агентов транспортно-логистической системы, моделирование эффективности технологического аутсорсинга.

Положения, выносимые на защиту:

- схемы развития технологического аутсорсинга операторских компаний для промышленных предприятий с железнодорожными подъездными путями;
- систематизированный перечень параметров агентов железнодорожной транспортно-логистической системы и их оценка;
- методы оценки эффективности схем технологического аутсорсинга в транспортно-логистических системах;
- модели реализации технологического аутсорсинга в железнодорожных транспортно-логистических системах при заданных параметрах;
- алгоритмы оценки эффективности применения технологического аутсорсинга.

Научная новизна работы заключается в развитии методологического инструментария оценки и совершенствования логистических технологий на железнодорожном транспорте в условиях активных инновационных трансформаций с применением технологического аутсорсинга, включающая:

1) разработку концептуальной модели диверсификации технологий транспортных услуг логистических операторов железнодорожного транспорта;

2) развитие модели взаимодействия агентов транспортно-логистической системы при технологическом аутсорсинге на основе консолидации процессов и агентов в кластеры по определенным критериям;

3) определение траекторий трансформации логистических услуг на железнодорожном транспорте в условиях активных внешних и внутренних изменений, цифровизации взаимодействия, роста конкуренции на рынке операторских услуг;

4) разработка модели формирования и развития активов логистических операторов, промышленных предприятий с железнодорожными подъездными путями для реализации технологического аутсорсинга, направленные на снижение интегрированных транспортно-логистических издержек в цепях поставок;

5) модели и методы технологического и экономического обоснования траекторий диверсификации деятельности логистических операторов при реализации технологического аутсорсинга операторской деятельности на предприятиях транспорта и их программная реализация.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость диссертации состоит в разработке моделей технологического аутсорсинга операторских компаний, учитывающих интересы взаимодействующих агентов в транспортно-логистической системе (ТЛС).

Применение разработанных предложений позволит повысить эффективность управления активами агентов логистических цепей, например, сократит порожние пробеги и сроки доставки на железнодорожном транспорте за счет снижения нагрузки на транспортную сеть, а также снизит логистические издержки.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования докладывались и обсуждались на: Международной научной конференции «Механика и трибология транспортных систем» (МехТрибоТранс-2011); Международных научно-практических конференциях «Транспорт: наука, образование, производство» («Транспорт-2011»), («Транспорт-2012»), («Транспорт-2014»), («Транспорт-2015»), («Транспорт-2016»), («Транспорт-2017»), («Транспорт-2018»), («Транспорт-2019»), («Транспорт-2020»), («Транспорт-2023»), («Транспорт-2025»); ежегодных международных научно-практических конференциях «Транспорт и Логистика» (2019 г., 2020 г., 2023 г., 2024 г.), на заседаниях кафедры «Логистика и управление транспортными системами» ФГБОУ ВО РГУПС.

Внедрение результатов работы. Результаты диссертационного исследования используются в работе филиала АО «РЖД-Логистика» в г. Ростов-на-Дону, ростовского филиала АО «Первая Грузовая Компани», а также в учебном процессе ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения» при разработке учебно-методических комплексов.

Публикации. Основное содержание диссертации опубликовано в 23 научных работах, в том числе – 6 статей, входящие в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, 2 статьи, входящие в международный перечень рецензируемых научных изданий Scopus, 15 статей, входящие в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников из 211 наименований и 3 приложения. Общий объем работы составляет 194 страниц, из них 179 страниц основного текста, а также 47 иллюстраций и 18 таблиц.

ГЛАВА 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУТСОРСИНГ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

1.1 Аутсорсинг в развитии транспортно-логистических систем

1.1.1 Понятие аутсорсинга в производственно-хозяйственной деятельности предприятия

Появление термина «аутсорсинг» связывают с развитием информационных систем и технологий, в 1962 году, когда была основана компания Electronic Data System Corporation (EDS). Первоначально компания занималась обслуживанием ряда банков в области информационного сервиса, работа с клиентами велась по средствам собственных программных продуктов, что в последствии привело к развитию специализации в зависимости от сферы деятельности клиента и запрашиваемых им услуг. Наличие мощной технической базы, квалифицированных специалистов привело к тому, что многие предприятия стали переводить свои информационные потоки на обслуживание в EDS. Ярким примером может служить компания General Motors, передача информационных процессов которой позволило сократить затраты в среднем с 7 до 3 млрд долларов в год [54, 178].

Термин «аутсорсинг» (outsourcing) происходит от английских слов outside resource using – «использование внешних ресурсов». Из этимологического анализа термина, на основе определений из различных источников (таблица 1.1) можно вынести обобщенное представление об аутсорсинге как о процессе приобретения или передачи определенных функций или операций третьей стороне (специализированному посреднику) на основе договора.

Использование аутсорсинга позволяет сфокусироваться компании на основном виде бизнеса, перераспределить на него высвобождающиеся ресурсы, занятые ранее в непрофильной деятельности, что позволит повысить эффективность основного производства товаров и услуг. «Основной эффект аутсорсинга должен создаваться за счет того, что специализированная организация

обеспечивает более эффективное и качественное исполнение передаваемых ей процессов или функций» [73].

Таблица 1.1 – Определение термина «аутсорсинг»

Определение	Источник
1	2
Выполнение отдельных функций или бизнес-процессов внешней организацией, располагающей необходимыми для этого ресурсами, на основе долгосрочного соглашения	Аникин Б.А., Рудая И.Л. [6]
Передача традиционных неключевых функций организации внешним исполнителям – аутсорсерам, субподрядчикам, высококвалифицированным специалистам сторонней фирмы	Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. [123]
Перевод внутреннего подразделения предприятия и всех связанных с ним активов в организацию поставщика услуг, предлагающего оказывать некую услугу в течение определенного времени по оговоренной цене	Хейвуд Д.В. [157]
Передача на длительный срок управленческих функций и при необходимости соответствующих ресурсов внешним исполнителям, которые могут выполнять эти функции эффективнее	Календжян С.О. [53]
Передача функций и бизнес-процессов специализированному подрядчику	Постановление Росстата № 42 от 27.07.2006 [116]
Частичная или полная передача производственных процессов, включая функции планирования, управления и контроля, внешней организации	Lux W., Schoen P. [65]
Приобретение значительной доли промежуточных компонентов у внешних поставщиков	Bloomberg Financial Glossary [65]
Оказание услуг или снабжение продукцией внешними поставщиками или производителями для уменьшения издержек	Dictionary of the English Language [65]
Обусловленное договором использование материальных средств, имущества и знаний третьего лица с гарантированным уровнем их качества, гибкости и ценности стоимостных критериев и оценок для предоставления услуг, ранее оказываемых внутренними силами компании, с возможным переходом существующего персонала к поставщику услуг и/или трансформация/обновление процессов и технологий, поддерживающих бизнес	Бравар Ж.-Л., Морган Р. [14]

Продолжение таблицы 1.1

1	2
Передача предприятием определенных функций на обслуживание другой компании, специализирующейся в соответствующей области	Грязев М.В., Коршунова Г.В. [37]
Распределение основных выполняемых функций внутри фирмы, которая берет на себя ответственность за функции, которые выполняет лучше других и с наименьшими затратами, а остальные распределяет между субъектами	Ефимова С., Пешкова Т., Конник Н., Рытик С. [10]
Целенаправленное выделение отдельных бизнес-процессов и делегирование их на исполнение сторонней организации	Синяев В.В. [132]

Внедрение аутсорсинга в бизнес-процессы компании предполагает серьезную оценку рисков, рассмотрение всех преимуществ, которые можно приобрести, а также имеющиеся негативные эффекты от внедрения.

В транспортно-логистической деятельности аутсорсинг возник как результат оценки расходов на реализацию транспортной и/или вспомогательной функции, реализуемой крупными промышленными предприятиями самостоятельно, присутствия рисков потери репутации [177]. Приобретение собственного автопарка, создание внутренних транспортных подразделений, включение дополнительных функций для менеджеров предприятия с целью организации потоковых процессов, включая перевозки, – подобные попытки организации непрофильных функций привели к снижению эффективности основной деятельности, потере конкурентного преимущества и, как следствие, сокращению прибыли компании. Поэтому постепенно вспомогательные функции стали передавать специализированным посредникам. Использование посреднической деятельности обосновывается специализацией компаний-посредников (аутсорсер) и ростом конкуренции на рынке. Компания способна победить в конкурентной борьбе, предлагая товар или услугу, необходимую потребителю, лучше, чем у конкурентов [201]. Преимуществом может быть конкурентно низкая цена или уникальность товара (услуги) либо как исключительного продукта труда, либо типового, но исключительного качества.

Все виды деятельности в производственной цепочке можно разделить на основные и вспомогательные. В результате реализации основных (зачастую уникальных) видов деятельности и возникают возможности для получения конкурентного преимущества, следовательно, именно на них и следует сконцентрировать силы и ресурсы компании. Непрофильные функции можно делегировать сторонним предприятиям. Вопрос передачи непрофильных функций (аутсорсинга) сторонним компаниям решается через сравнение издержек на их реализацию самостоятельно и силами посредника, которые определяются тремя ключевыми факторами: спецификой функции, частотой ее реализации и неопределенностью на рынке [171]. Первый фактор связан с уникальностью функции: если она сложна в реализации, поиск квалифицированного исполнителя становится затруднительным, что ставит компанию в зависимость от устойчивости контрагента на рынке. Второй фактор – высокая частота реализации функций, напротив, способствует снижению издержек и росту доверия к контрагенту. В условиях рыночной неопределённости возрастают риски для компании, а также затраты на их минимизацию, что негативно сказывается на итоговой прибыли. При крайнем состоянии, когда неопределенность на рынке высока, а функция уникальна, сложна и часто реализуема, издержки компании будут ниже, если она будет самостоятельно выполнять функцию. Второе крайнее состояние (низкая неопределенность, низкая частота и тривиальность операций) позволяет единоразово приобрести функцию или услугу на рынке у любого специализированного посредника. Совокупность промежуточных значений факторов (низкая неопределенность, высокая частота, не уникальность, но достаточная сложность функция для воспроизведения) открывает возможность для долгосрочного сотрудничества и интеграции контрагентов – аутсорсингу.

Такие особенности отражает обобщенный SWOT-анализ применения аутсорсинга, представленный на рисунке 1.1 [37, 40, 80, 161, 162].

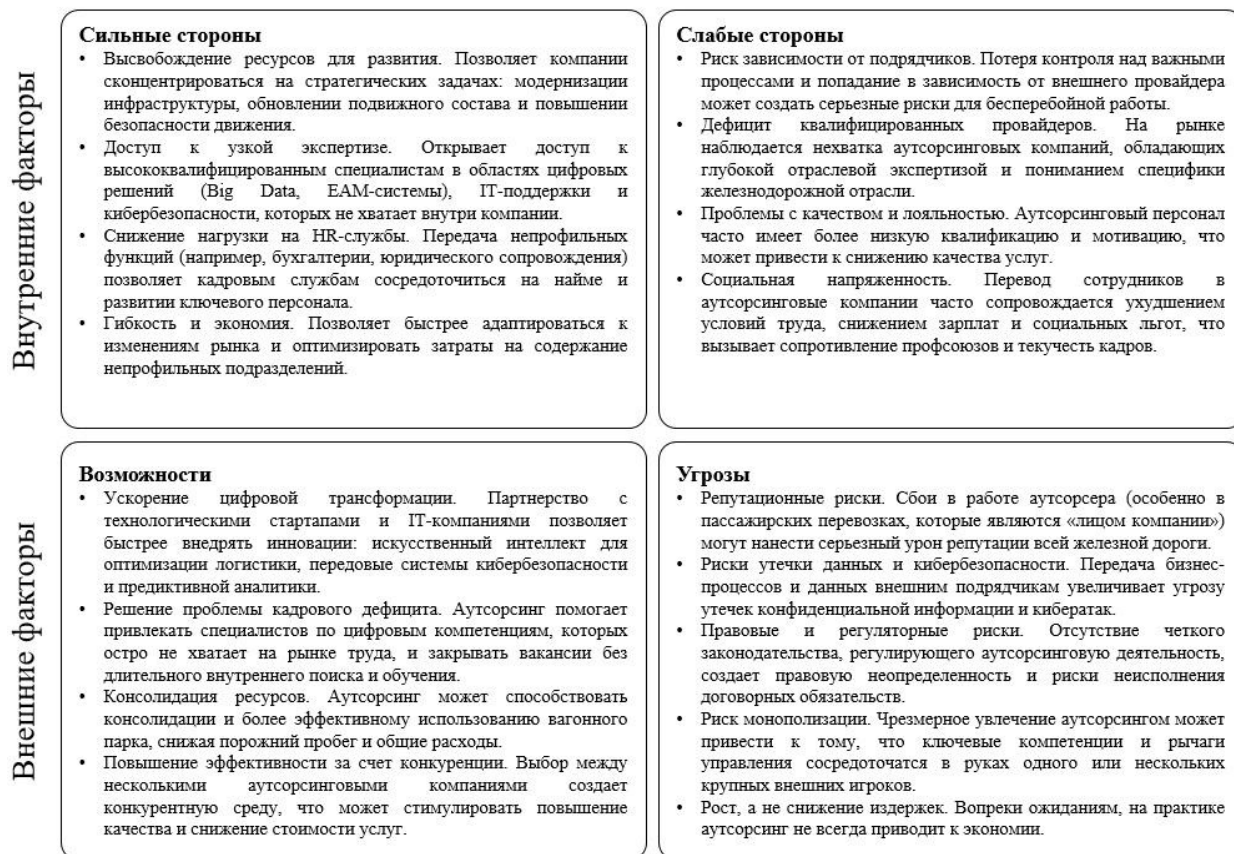


Рисунок 1.1 – SWOT-анализ внедрения аутсорсинга

Помимо упомянутых рисков, ключевой слабостью является отсутствие проработанной методологии для принятия решений. Также остро стоит проблема недостаточной регламентированности и прозрачности в управлении аутсорсинговыми взаимоотношениями. Это создает почву для злоупотреблений и снижает контроль над качеством.

При оценке угроз внедрения аутсорсинга важно учитывать существующие примеры.

– Пассажирские перевозки. Попытка передать на аутсорсинг часть проводников в Федеральной пассажирской компании показала, что подрядчики зачастую набирали сотрудников, ранее уволенных за нарушения, или людей, не имеющих опыта работы в отрасли. Это привело к падению качества обслуживания, и в итоге от этой практики отказались. Этот пример наглядно демонстрирует, что для репутации компании аутсорсинг может быть крайне рискованным [55].

– Путевое хозяйство. На Северо-Кавказской железной дороге передача части работ в путевом комплексе выявила, что штат аутсорсеров часто набирается из людей без необходимых знаний. Нарушается технология работ, не проводится обучение, бригады не обеспечены инструментом. Это прямой риск для безопасности движения [44].

SWOT-анализ показывает, что внедрение аутсорсинга – это, с одной стороны, мощный инструмент для высвобождения ресурсов, доступа к инновациям и решения кадровых проблем. С другой – он несет серьезные риски потери контроля, падения качества и социальной напряженности.

Успех стратегии зависит от тщательного выбора проверенных партнеров с отраслевым опытом, проработки юридических аспектов, внедрения систем контроля качества. Важным фактором безопасности является процесс пилотного запуска проектов в непрофильных, но не критически важных для безопасности областях перед масштабированием.

При этом в ряде случаев стоимость не является определяющим фактором принятия решения в пользу применения аутсорсинга. Возможность повышения качества товара или услуг при сохранении прежнего уровня затрат также может стать решающим моментом.

Для понимания сущности термина «аутсорсинг» необходимо рассмотреть его классификационные признаки. Анализ научной отечественной и зарубежной литературы [6, 65, 10, 133, 117] позволил выделить ряд классификационных признаков, которые определяются влиянием на управляемость и контроль над системой, этапами и условиями принятия решения о делегировании, рисками и природой классификационного основания. Классификация видов аутсорсинга представлена на рисунке 1.2.

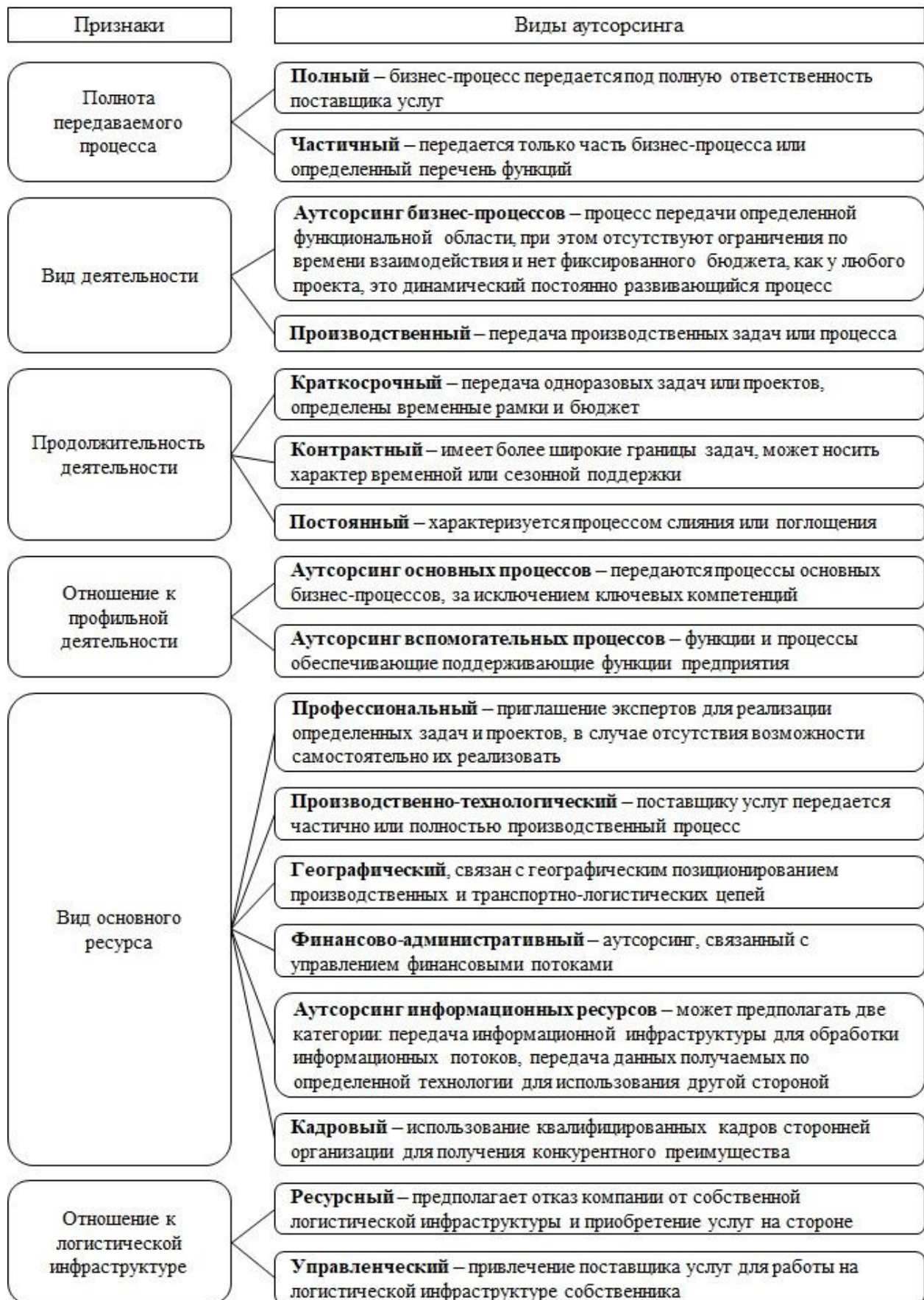


Рисунок 1.2 – Классификация видов аутсорсинга

1.1.2 Аутсорсинг в транспортно-логистических системах

Транспортно-логистические системы являются важным элементом развития регионов и страны в целом. Своим функционированием они обеспечивают эффективность движения материального потока от источника возникновения до точки потребления, связывая между собой ключевые звенья производственных цепей. Транспорт относится к отраслям промышленного производства, при этом результатом его деятельности является перемещение материального потока. Данная услуга не имеет возможности накопления и потребляется в момент реализации. Чем эффективнее работает транспорт, тем меньше задержки между этапами производства.

В транспортно-логистической цепи поставок можно выделить основные и вспомогательные функции. К основным можно отнести функции, которые обеспечивают возникновение материального потока, его изменение. Эти функции выполняют крупные промышленные компании. Вторую категорию функций можно разделить на функции физического распределения и поддерживающие функции (финансовое сопровождение, информационная поддержка, нормативно-правовое взаимодействие). Они могут быть реализованы как крупными производителями самостоятельно, так и специализированными посредниками.

Взаимодействие между элементами цепи «производство – потребление» осуществляется как посредством транспорта, так и терминально-складских комплексов. При этом эффективная работа транспорта снижает роль терминально-складских комплексов как буферной зоны, но при больших размерах грузопотоков увеличивает значение терминалов как распределительных центров, эффективная работа которых в свою очередь ускоряет движение материального потока. Терминально-складские комплексы, которые зачастую интегрируют функции логистического аутсорсинга, могут осуществлять свою деятельность на всех этапах существования материального потока. Классифицируя их по функциональному признаку, можно выделить следующие виды:

1) производственный склад, реализует функции хранения на промышленном предприятии. Является буферной зоной для нивелирования разницы мощностей смежных этапов:

а) сырьевой склад – разница входящего потока и производственной мощности,

б) склад незавершенного производства – разница производственных мощностей на разных этапах производства,

в) склад готовой продукции – разница производственной мощности и системы сбыта (распределения);

2) коммерческий склад, выступает в роли специализированного посредника для собственника материального потока, сдавая в аренду требуемые площади для временного хранения товаров;

3) склад консолидации, предлагает комплекс услуг по переработке товаров: сортировка, маркировка, консолидация, расконсолидация, оформление соответствующей документации. Это вид складов в цепи поставок при работе со сборными грузами, при этом само хранение осуществляется на короткий срок с целью выполнения сроков доставки груза;

4) грузовой терминал, располагается преимущественно в крупных транспортных узлах, задачей которых является обеспечение рационального взаимодействия магистрального, промышленного и городского транспорта. Таким образом ключевым моментом деятельности грузовых терминалов является перевалка грузов с одного вида транспорта на другой;

5) таможенный склад, выделяется в отдельный вид, так как реализация его функций связана с нормативно-правовой деятельностью в области таможенного оформления и имеет ряд особенностей.

В транспортно-логистических системах важным фактором определения качества работы является эффективность управления движением логистических потоков [77, 59]. Проведя их декомпозицию, можно выделить материальный и сопутствующие ему информационный, сервисный и финансовый потоки. Финансовый поток в транспортно-логистических системах зачастую является

«стартером» движения материального потока и двигается в обратном от него направлении. В процессе движения материального потока происходит обработка большого количества информации – информационный поток, при этом данный вид потока может быть, как сонаправлен с движением основного потока (сопроводительная документация, распоряжения), так и двигаться в противоположном направлении (мониторинг местоположения груза, подтверждение доставки). Сервисный поток обеспечивает поддерживающие функции при движении материального потока (сертификация, страхование, таможенное оформление), но в некоторых ситуациях способен выступать в роли основного потока (когда происходит реализация услуги, а не товарно-материальных ценностей). Общая схема организации логистических потоков представлена на рисунке 1.3.

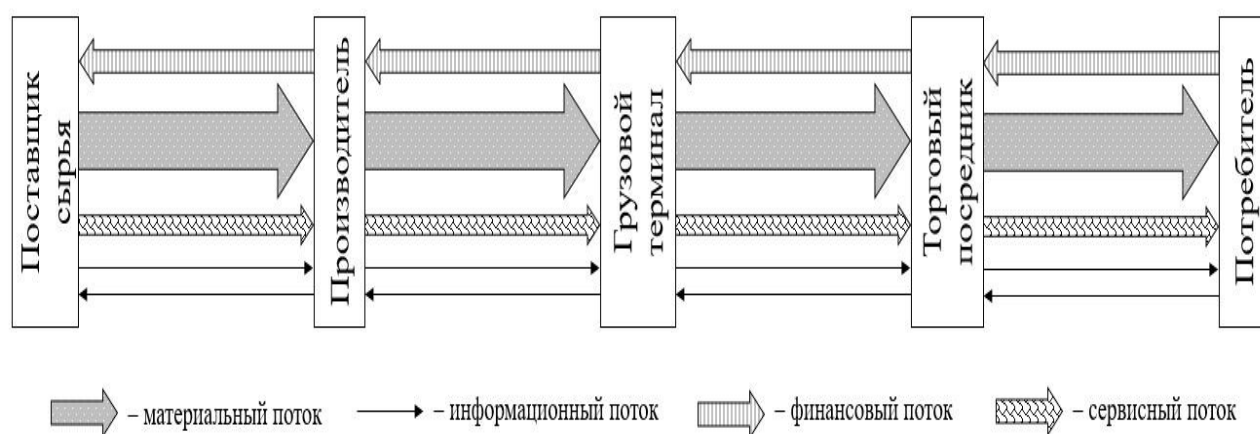


Рисунок 1.3 – Схема движения логистических потоков

Учитывая ранее представленную классификацию логистических потоков для транспортно-логистических систем, виды деятельности, которые передают на аутсорсинг, можно обобщенно структурировать в соответствии с потоками, которые они обслуживают (рисунок 1.4):

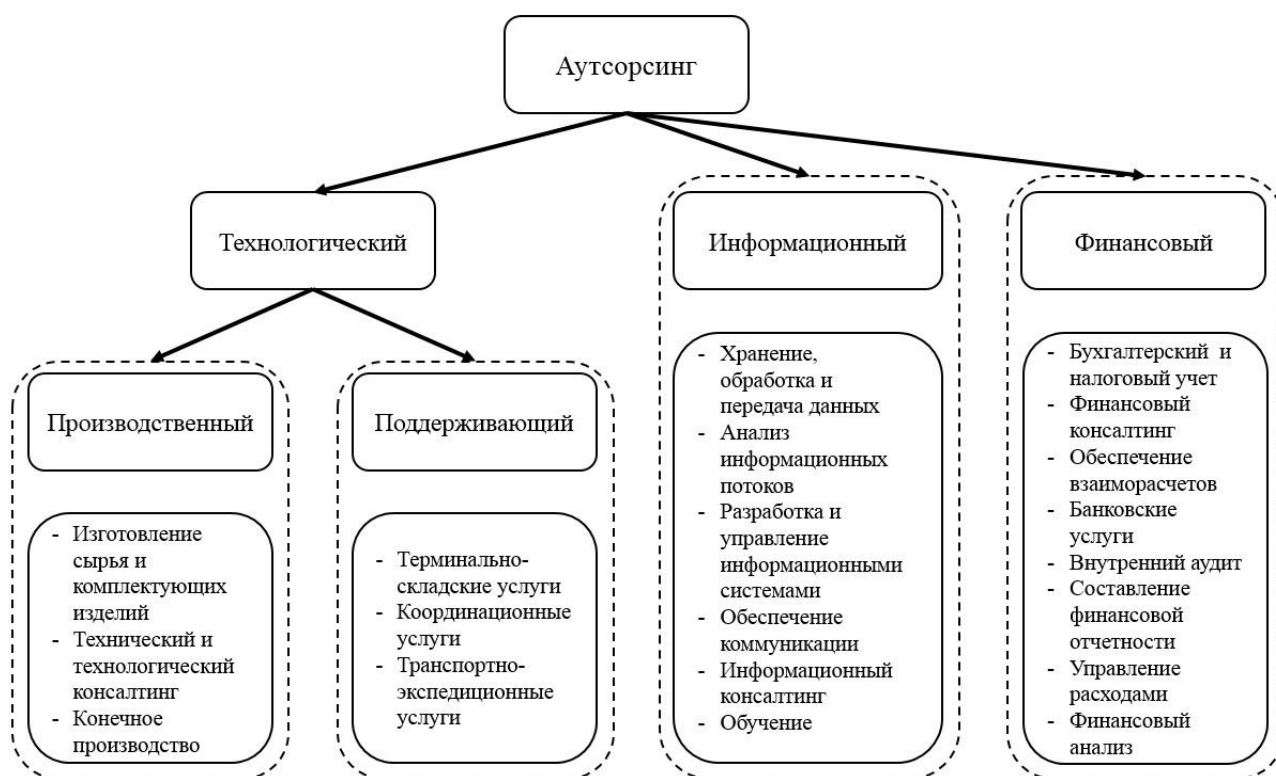


Рисунок 1.4 – Организационная схема видов деятельности промышленных компаний, передаваемых на аутсорсинг

- технологический аутсорсинг, обеспечивает технико-технологическую реализацию функции движения материального и сопутствующего сервисного (поддерживающего) потока. Непосредственно связан с реализацией технологического производственного процесса;

- информационный аутсорсинг – обработка, хранение и передача информационных потоков в процессе реализации транспортно-логистических услуг;

- финансовый аутсорсинг – управление, учет и контроль за движением денежных средств.

Разработанная схема алгоритма принятия решения о применении аутсорсинга, помимо базовых условий, дополнена критериями, которые учитывают стратегическое развитие, транзакционные издержки, а также оценку рисков с последующей возможностью реализации пилотного проекта с целью проверки

логистического провайдера в ограниченном объеме услуг, прежде чем передать ему все. Общая схема алгоритма представлена на рисунке 1.5.

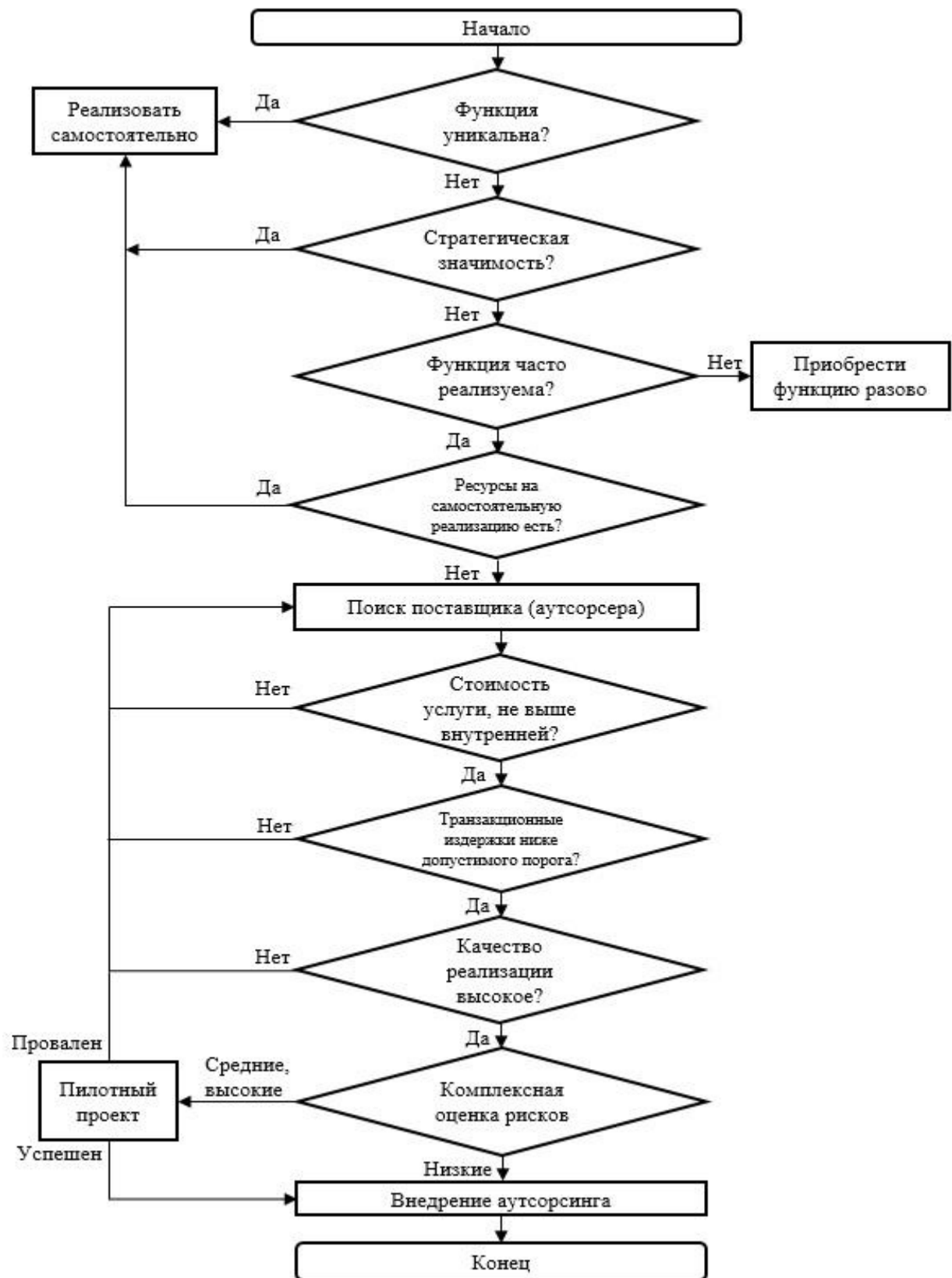


Рисунок 1.5 – Общая схема принятия решения о внедрении аутсорсинга

Важными факторами при принятии решения об аутсорсинге является оценка ключевых параметров.

1. Функция, передаваемая на аутсорсинг, требует учета таких параметров, как уникальность и частота реализации функции. Найти поставщика уникальной услуги в некоторых случаях сложно, помимо этого передача такой функции сторонней организации может означать потерю конкурентного преимущества. Высокая частота реализации и ее тривиальность, позволяет легче найти исполнителя, а сама передача не угрожает рыночной позиции компании.

2. Стоимость услуги аутсорсера, не должна превышать себестоимость услуги в самой компании.

3. Качество сервиса, должно быть не ниже уровня компании и при равной себестоимости может дать конкурентное преимущество.

В настоящее время наблюдается стремительное развитие производственных и информационных технологий, рост сложности процессов, а также повсеместная их интеграция. Эти факторы способствуют распространению и укреплению позиций аутсорсинга на мировом рынке. Для транспортно-логистических систем в условиях рыночной экономики важно оперативно и рационально управлять своими ресурсами. Делегирование и применение аутсорсинга позволяет не только повысить эффективность управления предприятием, но и снизить всевозможные риски.

1.2 Развитие конкурентной среды в транспортно-логистических системах железнодорожного транспорта

1.2.1 Развитие транспортно-логистической системы в условиях конкуренции

В современных экономических концепциях развития рынка транспортной отрасли наиболее благоприятной средой для повышения эффективности деятельности предприятия является конкуренция, так как это способствует появлению стимулов по совершенствованию технических, технологических и

организационных процессов, играющих доминирующую роль в сокращении издержек производства или транспортировки, что, в свою очередь, благоприятно сказывается на конечной цене продукта и становится конкурентным преимуществом компании. Конкуренция способствует обеспечению свободы выбора для производителей и потребителей. Для создания конкурентного преимущества производители нацелены на гибкость и скорость реакции на постоянно изменяющиеся запросы рынка и, как следствие, на производство разнообразных товаров и услуг, то есть повышения комплексности.

При этом иногда возникают ситуации, когда существование единственного поставщика услуги или товара является естественным и рациональным. Такая ситуация называется естественной монополией. Необходимо отметить, что монополии можно классифицировать на искусственные и естественные. Отличает их то, что искусственная создается государственным аппаратом в результате национализации той или иной отрасли или холдинга, а естественная возникает преимущественно без поддержки государства. Большинство естественных монополий имеют развитую сетевую инфраструктуру (газовый или нефтяной трубопровод, сети телекоммуникаций, транспортно-дорожная инфраструктура), связанную со значительными постоянными затратами на создание и поддержание в приемлемом рабочем состоянии, но при этом затраты на осуществление операции на данной инфраструктуре незначительны в сравнении с постоянными. Большую роль для компаний данного сектора играет эффект масштаба: чем крупнее сеть инфраструктуры, обеспечивающей функционирование, тем ниже средний размер издержек на производство товара или предоставление услуг. Российское законодательство определяет естественную монополию следующим образом: «Естественная монополия – состояние товарного рынка, при котором удовлетворение спроса на этом рынке эффективнее в отсутствие конкуренции в силу технологических особенностей производства (в связи с существенным понижением издержек производства на единицу товара по мере увеличения объема производства), а товары, производимые субъектами естественной монополии, не могут быть заменены в потреблении другими товарами» [154, 115].

Наличие на рынке монополии любого вида нежелательно, это приводит к росту цен на предлагаемую монополией продукцию и нежеланию производителей оптимизировать и совершенствовать производственные процессы. Способов решения данной проблемы может быть несколько: применение государственного регулирования для установления цен на уровне конкурентного рынка и создание конкурентной среды для возникновения стимулов для снижения цен более естественным путем.

Сложность первого подхода заключается в определении издержек монополии и установлении соответствующей цены. Так как если определенные издержки будут слишком высоки, то предприятие будет нести убытки и требовать дополнительно финансирования, а если использовать цены на базе средних значений издержек, то существует риск возникновения «упущенной выгоды» из-за необеспечения спроса предложением. Ключевой проблемой является отсутствие полной информации у регулирующих органов, с помощью которой возможно осуществить рациональное регулирование.

Создание конкурентной среды в поле деятельности естественной монополии имеет некоторые трудности, связанные с наличием развитой сетевой инфраструктуры. Она по определению имеет одного собственника, и поэтому конкуренцию возможно организовать на этапе создания монополии за счет передачи инфраструктуры предприятию, которое способно обеспечить предоставление услуг установленного качества по самой низкой цене, а для того чтобы избежать роста цен в перспективе, ограничить сроки управления и по окончании выбрать новую или прежнюю компанию с самой низкой ценой. Но, как было сказано ранее, обслуживание инфраструктуры требует значительных финансовых расходов, которые потом нужно будет отдать другой компании. На это не пойдет ни одна управляющая компания, вложившая значительные денежные средства, или пойдет с условием завышения остаточной стоимости собственных вложений.

Возможным вариантом решения данной проблемы может быть отделение собственника инфраструктуры от компаний, осуществляющих деятельность на

«его» инфраструктуре. Владелец инфраструктуры будет осуществлять управление и обеспечивать функционирование, а на его сетевой «площадке» появится возможность конкурентной борьбы для всех желающих, способных осуществлять соответствующий вид деятельности. Таким образом возникают конкурентная среда и свобода выбора для потребителей услуг.

Похожие процессы были характерны для железнодорожного транспорта в Российской Федерации на этапе его реформирования. К 2000 году техническое состояние подвижного состава на сети дорог было неудовлетворительным, а размер затрат, необходимых для его обновления, был значителен. В связи с этим, а также с необходимостью повышения качества предоставляемых услуг, было принято решение о создании конкурентной среды на железнодорожном транспорте РФ. Согласно Постановлению Правительства № 384 от 18 мая 2001 года «Временно-монопольные (потенциально конкурентные) и конкурентные виды деятельности должны быть открыты для конкуренции с целью повышения эффективности и уровня качества услуг, внедрения инноваций. В отношении предприятий, осуществляющих конкурентные и временно-монопольные (по мере их демополизации) виды деятельности, будет решаться вопрос о приватизации. Государственное регулирование будет постепенно заменено рыночными механизмами регулирования во временно-монопольном и конкурентном секторах» [115, 159].

Процесс выделения элементов системы был организован на уровне тарифообразования, так были выделены тариф на использование инфраструктуры, локомотивная и вагонная составляющие. «В целях развития конкурентного сектора в сфере железнодорожных перевозок новая система тарифов на грузовые и пассажирские железнодорожные перевозки будет предусматривать установление отдельных тарифов за пользование вагонным парком и за пользование услугами инфраструктуры и локомотивной тяги. При этом система тарифного регулирования должна будет минимизировать барьеры выхода на рынок для новых компаний-перевозчиков» [115].

Получив возможность осуществлять операторскую деятельность самостоятельно, транспортные и экспедиторские компании начали закупать подвижной состав для обеспечения потребностей своих клиентов. Отличие в использовании вагонов частными и государственными компаниями заключалось в том, что частные компании способны были гибко реагировать на спрос и устанавливать соответствующие цены на свои услуги, когда как инвентарный парк тарифицировался согласно Прейскуранту 10-01, как следствие, частные компании получили возможность получать прибыль от эксплуатации вагонного парка, а вагоны ОАО «РЖД» работали на уровне минимальной рентабельности или даже убытков. Решением проблемы стало создание дочерней операторской компании «Первая грузовая компания» и передача ей части инвентарного парка вагонов, таким образом холдинг получил доступ на рынок операторских компаний без ограничения со стороны Прейскуранта 10-01.

В настоящий момент задачи, которые были поставлены перед частными операторскими компаниями по созданию конкурентного рынка в сфере грузовых перевозок на сети железных дорог России, практически решены. И структура, и объемы выполняемых работ имеют относительно стабильные показатели за последние несколько лет [31, 82, 159]. Для дальнейшего развития возможностей и повышения комплексности предоставляемых услуг операторским компаниям необходимо строить стратегические планы, отталкиваясь не только от общих тенденций развития рынка транспортных услуг, а также учитывать потребности клиентов.

Примером естественной монополии может выступать работа общественного перевозчика (ОАО «РЖД») с крупными промышленными предприятиями. Работа заключается в обеспечении вывода продукции промышленности на сеть железных дорог общего пользования с примыкающих к ней подъездных путей необщего пользования и дальнейшее их перемещение. Согласно законодательству, любая компания при наличии тягового подвижного состава способна осуществить данную функцию, но зачастую промышленным предприятиям дешевле обратиться к сетевому перевозчику, чем заниматься организацией железнодорожного

транспортного подразделения. Исключения могут составлять крупные предприятия, подъездные пути которых имеют значительное путевое развитие. В данной области взаимодействия перевозчика и грузовладельца для компаний-операторов имеется перспектива развития диверсификации предоставляемых ими услуг и, как следствие, повышение комплексности в целом. Интеграция в транспортно-производственную структуру грузовладельца (клиента) с целью организации технологического аутсорсинга подъездных путей промышленного предприятия позволит обеспечить постоянный объем работы для операторской компании, а также сокращение транспортных издержек для клиента в долгосрочной перспективе.

В настоящий момент рынок операторской деятельности уже разделен между основными участниками, поэтому, чтобы сохранить лидирующие позиции и повысить качество предоставляемых услуг, наиболее прогрессивные компании уже сейчас начинают искать новые направления и возможности для роста.

Как и любая сложная система, операторская компания осуществляет свою деятельность в определенной среде, ряде условий и состояний, которые оказывают воздействие на работу системы. Все факторы подразделяются на две основные группы:

- внутренняя среда, это совокупность условий, процессов, элементов и связей в структуре предприятия, за счет которых оно осуществляет свою деятельность;
- внешняя среда, это независимые от исследуемой системы условия и элементы, которые влияют на неё в результате их взаимодействия.

На факторы внутренней среды менеджмент компании способен влиять. Их правильная оценка позволяет выявить слабые и сильные стороны компании и определить перспективные направления развития. В операторской деятельности к ним можно отнести организацию технологических процессов, работу с персоналом, стратегическое и оперативное планирование. Но возможности для роста во внутренней среде ограничены оптимизацией внутренних процессов и отсутствием возможностей найти новые пути развития.

В отличие от внутренней среды, внешняя является источником возможностей для развития компании. К внешним факторам среды операторской компании следует относить:

- объемы перевозок грузов;
- структуру грузооборота;
- факторы конкурентной среды.

При этом на все эти факторы компания-оператор может повлиять лишь косвенно. Увеличение размера парка вагонов и его ассортимента может способствовать увеличению доступности услуг компании и, как следствие, получение конкурентного преимущества на рынке. Это экстенсивный путь развития, который применим на этапе развития отрасли и дает быстрый прирост объемов произведенной продукции или услуг и позволяет за короткий срок охватить большое количество сегментов рынка. Но при длительном применении экстенсивного метода может возникнуть «предел возможностей», так как производительность труда не повышается, не внедряются новые технологии, позволяющие снизить себестоимость единицы продукции или услуги. Также отметим, что число регионов, куда можно продвигать свои продукцию и услуги, – величина лимитированная, поэтому расширение остановится либо из-за нехватки производственных мощностей для обслуживания большого числа клиентов, либо в связи с насыщением последнего сегмента российского рынка транспортными услугами.

1.2.2 Операторская деятельность в транспортно-логистических системах

Из определения термина «оператор железнодорожного подвижного состава» следует, что это «юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, имеющий железнодорожный подвижной состав, контейнеры на праве собственности или ином праве и оказывающий юридическим или физическим лицам услуги по предоставлению железнодорожного подвижного состава, контейнеров для перевозок железнодорожным транспортом» [34, 155]. На

основании анализа организационной структуры крупных компаний-операторов, а также их организационно-распорядительной документации можно выделить ключевые направления деятельности операторских компаний, определить их цели, задачи и функции. Укрупненно совокупной функцией, характеризующей деятельность операторских компаний, является осуществление качественного и своевременного взаимодействия с организациями и промышленными предприятиями по предоставлению услуг в сфере грузовых перевозок на железнодорожном транспорте, которую можно разделить на следующие элементы (рисунок 1.6):

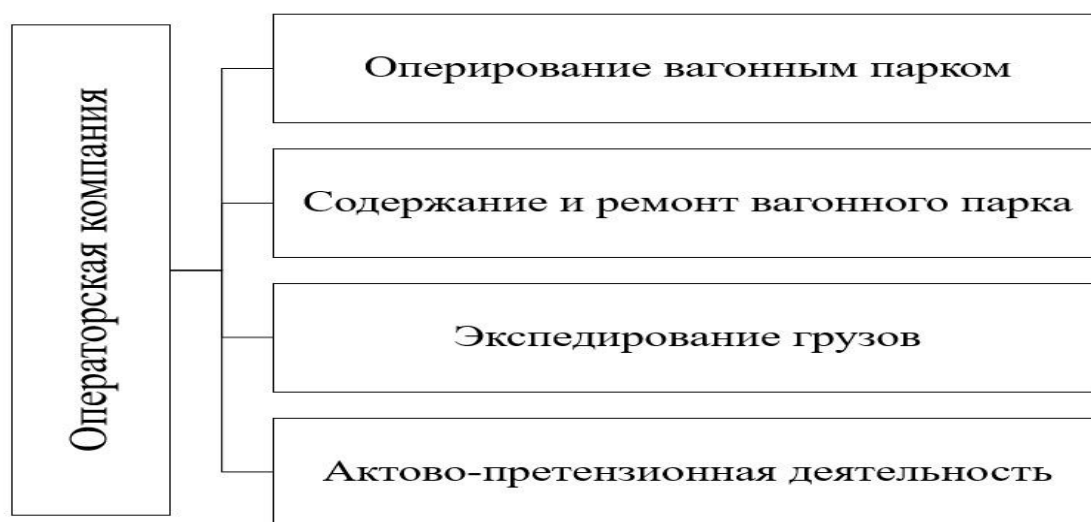


Рисунок 1.6 – Основные направления деятельности операторских компаний

1. Оперирование вагонным парком. Это основной вид деятельности компании, который заключается в предоставлении подвижного состава клиентам для обеспечения их потребностей в перевозке. Согласно последним отчетам крупных компаний-операторов [7, 8], данная категория услуг составляет в разных случаях от 80 до 90 % всей выручки компании. Для эффективного функционирования в данной области предприятия имеют разветвленную сеть филиалов и представительств, имеющих возможность оперативного регулирования ситуации на местах. В структуру компании или филиала включены подразделения, обеспечивающие выполнение работ по оперативному управлению вагонным

парком, что подразумевает отслеживание дислокации вагонов, переадресацию груженых и порожних вагонов, взаимодействие с перевозчиком и грузовладельцами на станциях погрузки и выгрузки по подготовке вагонов соответствующего типа, а также в плане соблюдения регламента и сроков выполнения ключевых операций. Отдельным видом деятельности при управлении вагонным парком можно выделить предоставление вагонов в оперирование сторонним организациям на возмездной основе.

2. Экспедирование грузов. Является комплексной услугой, предполагающей информационное и финансовое сопровождение груза, обеспечение повышенного уровня сохранности при организации перевозки грузов.

3. Содержание и ремонт вагонного парка. Относится к основным поддерживающим функциям, выполняемым компаниями-операторами совместно с компаниями по ремонту и обслуживанию вагонного парка, которые условно можно разделить на две укрупненные категории: функции по обеспечению функциональной сохранности, куда можно отнести все мероприятия по поддержанию вагонного парка в рабочем состоянии, а также расследованию и оценке случаев нанесения ущерба; функции по ремонту, управлению парком неисправных вагонов, а также разработке мероприятий по увеличению сохранности вагонов и их срока службы.

4. Актово-претензионная деятельность. Относится к поддерживающим функциям и обеспечивает взаимодействие с контрагентами на правовом уровне, данный вид деятельности необходим для минимизации (исключения) финансовых и прочих видов потерь, возникающих в условиях оказания услуг перевозки, от споров между компанией и клиентами.

Из перечисленных выше пунктов оперирование вагонным парком и экспедирование перевозок являются наиболее перспективными видами деятельности в плане развития. Остальные являются либо пассивными (предоставление аренды), либо вспомогательными, обслуживающими (обслуживание и ремонт подвижного состава) функциями.

К основным ресурсам операторской компании, в зависимости от масштаба компании, можно отнести:

- железнодорожный подвижной состав, контейнеры;
- промывочно-пропарочные станции;
- подъездные пути необщего пользования;
- вагонные депо.

Развитие процесса, продукта или услуги характеризует этапы жизненного цикла: прогресс, стагнация и регресс. В транспортной отрасли прогресс принял вид реформы, преследовавшей конкретные цели, которые к настоящему моменту практически достигнуты. Компании совершенствуют процесс оперирования вагонами за счет повышения качества обслуживания клиентов, внедрения информационных технологий для автоматизации тривиальных задач и сокращения дистанции между участниками процесса перевозок, а также используют инновации в сфере конструирования подвижного состава для обеспечения роста эффективности самого перевозочного процесса. Данные мероприятия можно отнести к категории модернизации, необходимой для продления этапа развития. Для того чтобы избежать перехода на следующий этап стагнации, операторским компаниям необходимо решить вопросы диверсификации собственной деятельности и повышения комплексности предоставляемых услуг. Данные задачи позволяет решить применение операционного технологического аутсорсинга [85, 164, 165] крупных промышленных предприятий.

Аутсорсинг имеет ряд положительных моментов, которые позволят компании получить конкурентное преимущество. Основным плюсом внедрения аутсорсинга является возможность для клиента более эффективно перераспределить имеющиеся у него бизнес-процессы, то есть направить наиболее ценные ресурсы, сотрудников на решение задач основного производства или оказания услуг (ключевые компетенции).

От других видов сотрудничества промышленных предприятий с операторскими компаниями аутсорсинг отличается тем, что взаимодействие клиента и оператора происходит в границах конкретного бизнес-процесса

(предоставление вагонов для перевозки, обслуживание подъездного пути), при этом возникает обоюдная зависимость, когда оператор полностью зависит от потребностей клиента, а клиент получает лучшего исполнителя для своих бизнес-процессов на долгосрочной основе.

В настоящий момент основная доля промышленных предприятий России характеризуется наличием полного цикла производства, включающего логистику снабжения и распределения [87, 9], а также содержащего в своей структуре большое количество непрофильных, вспомогательных подразделений, которые приводят к неэффективному распределению ресурсов.

Эти предприятия можно разделить на две основные группы:

- имеющие собственные логистические активы (железнодорожный подвижной состав, подъездные пути необщего пользования, погрузо-разгрузочные устройства);
- не имеющие логистических активов.

Для первых промышленных компаний существует два основных варианта применения аутсорсинга:

1) управленческий аутсорсинг. Промышленная компания, имеющая в собственности или на ином праве владения железнодорожный подвижной состав и элементы железнодорожной инфраструктуры, передает их в оперирование на договорной основе компании-оператору. В этом случае компания-клиент сохраняет за собой право собственности на всю инфраструктуру, но при этом все эксплуатационные расходы перекладываются на компанию-аутсорсера. К преимуществам этого подхода к организации работы инфраструктуры можно отнести возможность сохранения доступа на транспортный рынок в случае неудачного развития отношений с поставщиком услуг. При этом обслуживанием и содержанием инфраструктуры занимаются квалифицированные специалисты;

2) ресурсный аутсорсинг. Отказ от собственных логистических активов в пользу сторонней организации и привлечение её как логистического провайдера транспортных услуг. При этом компания-клиент получает возможность перенаправить ресурсы с транспортировки на профильную деятельность, но в

данной ситуации возникает риск потери доступа к транспортному рынку в случае расторжения договора с компанией-аутсорсером.

Вторая схема организации технологического аутсорсинга усложняется необходимостью включения нескольких видов транспорта ввиду возможного отсутствия железнодорожной инфраструктуры. Таким образом, наиболее рациональным будет концентрация внимания на обслуживании промышленных предприятий с собственной железнодорожной инфраструктурой. В обоих случаях операторская компания встраивается в структуру промышленного предприятия, перехватывая транспортно-логистические операции у промышленного предприятия (рисунок 1.7).

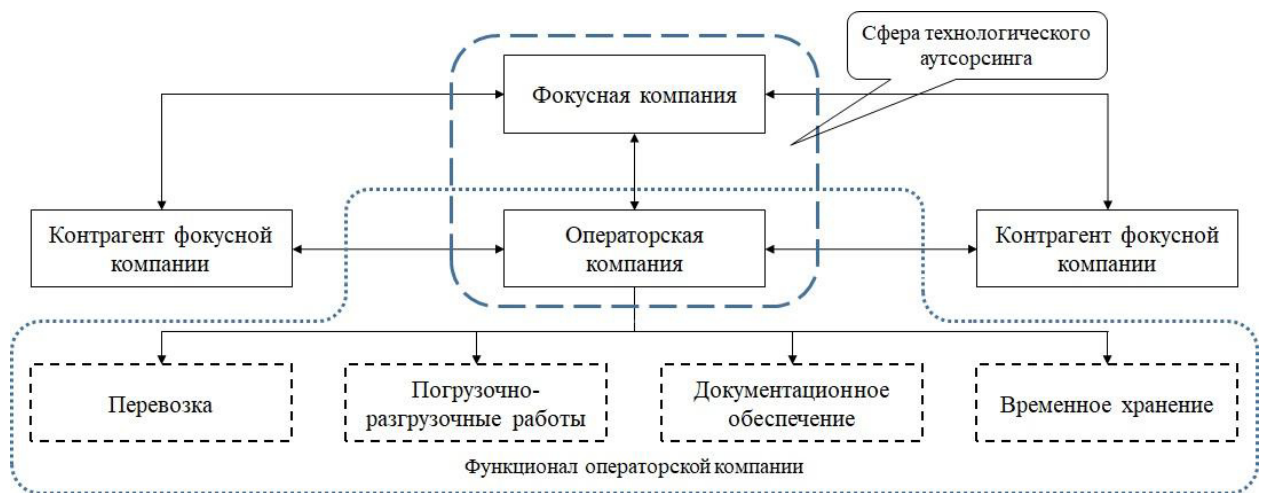


Рисунок 1.7 – Интеграция операторской компании в организационную структуру промышленного предприятия

Технологический аутсорсинг эксплуатации подъездных путей необщего пользования (ПНП) для промышленных компаний несет положительный эффект для всех участников транспортного процесса. Среди преимуществ для грузоотправителя:

- объединение собственного парка с парком крупного оператора позволит сократить время ожидания до отправления груза;
- получение качественного транспортного обслуживания;
- ускорение оборота денежных средств;

- отказ от непрофильного вида деятельности;
- сокращение транспортных затрат за счет применения более эффективных технологий;
- передача ведения перевозочной документации компании-аутсорсеру;
- перенос эксплуатационных расходов по транспортной деятельности на компанию-аутсорсера.

Преимущества для операторской компании:

- стабильные и регулярные объемы перевозок, позволяющие планировать непрерывную работу;
- получение в пользование подъездных путей для производства технологических операций;
- стабильная структура грузопотока, позволит исключить колебания ассортимента вагонного парка;
- установление долгосрочных партнерских отношений, снижение риска отсутствия клиентов.

Преимущества для перевозчика:

- работа с меньшим количеством контрагентов;
- упрощение, оптимизация заадресования вагонов при наличии большого вагонного парка у грузоотправителя/оператора;
- ускорение оборота вагона;
- сокращение простоя вагонов;
- выполнение нормативов рабочего парка по узлам железнодорожного транспорта и др.

Поэтапная интеграция в структуру компании-клиента и внедрение технологического аутсорсинга со стороны операторов подвижного состава, то есть проведение диверсификации видов услуг компании, является положительным направлением для всех участников перевозочного процесса. Клиентами при этом могут выступать крупные промышленные предприятия и другие собственники подвижного состава. Базовым вариантом технологического аутсорсинга может выступить развитие организации взаимодействия операторской компании и

промышленного предприятия с собственной железнодорожной инфраструктурой (подъездными путями и парком вагонов).

Алгоритм последовательного перехода к технологическому аутсорсингу эксплуатации ПНП можно представить в несколько этапов:

– на первом этапе происходит определение потребностей клиента и возможностей аутсорсера посредством взаимодействия промышленного предприятия с оператором. При этом обеспечивается удовлетворение спроса клиента в подвижном составе. Преимущества данного этапа возникают при заключении долгосрочных контрактов, клиент получает гарантированные объемы в подвижном составе перемещения и реализации собственного материального потока, а оператор – регулярный контракт и стратегическое сотрудничество с ключевым клиентом;

– на втором этапе осуществляется расширение спектра услуг логистического провайдера за счет передачи ему функций подачи-уборки вагонов с подъездных путей собственника и обратно, а также осуществления маневровой работы на территории клиента – промышленного предприятия. Для собственника путей необщего пользования обеспечивается сокращение участников в цепочке договорной работы и перемещения грузов, что упрощает процесс отправки и взаиморасчетов за перевозку. Для оператора это возможность эффективного контроля за собственными активами, что позволит ему сохранять техническое состояние подвижного состава на необходимом уровне, совершенствование менеджмента операторской компании;

– третий этап предполагает передачу функций управления железнодорожной инфраструктурой предприятия при сохранении прав собственности за компанией-клиентом – управленческий технологический аутсорсинг. Это приведет к сокращению эксплуатационных расходов клиента за счет применения передовых технологических решений и методов, а также использования опыта и высокой квалификации работников операторской компании. Возможность управления элементами инфраструктуры клиента позволит реализовать функциональную интеграцию в систему предприятия и даст возможность операторам эффективней

использовать подвижной состав по критерию времени нахождения вагона под грузовыми операциями, т.е. производительности грузового вагона;

– на последнем этапе происходит технологическая, функциональная, финансовая и информационная интеграция операторской компании в технологические процессы промышленного предприятия – полноценный технологический аутсорсинг, заключающийся в полной передаче логистических функций операторской компании. Ускоряются процессы информационного и финансового взаимодействия, что в свою очередь ускоряет технологический цикл перевозки – оборот вагона. Это благоприятно сказывается как на грузовладельце, так как меньший оборот вагона свидетельствует о сокращении времени нахождения груза (иммобилизованных денежных средств) в пути, так и на операторе, так как сокращение технологического цикла приводит к повышению эффективности производства и росту прибыли.

Таким образом, полный технологический аутсорсинг может представляться промышленной компании при полном финансово-экономическом и технологическом доверии к компании-оператору.

1.3 Технологии взаимодействия элементов транспортно-логистических систем и использования аутсорсинга: зарубежный опыт

Европейский железнодорожный сектор пережил последовательные волны реформ, начавшиеся с директив первого поколения и закреплённые в «переработанной» Директиве 2012/34/ЕС («Единое европейское железнодорожное пространство») [179] и Четвертом железнодорожном пакете [189, 187, 188]. Эти реформы институционально разделили функции инфраструктурного менеджера (IM) и перевозчиков (RU), открыли рынки к конкуренции, установили общие правила доступа, безопасности и интероперабельности, а также задали повестку цифровой трансформации. На этом фоне формировалась обширная исследовательская база, оценивающая влияние реформ на эффективность, конкуренцию, качество услуг и интеграцию цепей поставок.

Директива 2012/34/ЕС кодифицировала базовые определения участников (инфраструктурный менеджер; железнодорожное предприятие), принципы недискриминационного доступа к инфраструктуре, правила расчета инфраструктурных сборов и систему органов сектора (национальные регулирующие органы, органы по безопасности, независимые функции распределения пропускной способности и взимания платежей). Существенную роль играют операторы сервисных объектов (станции, сортировочные и грузовые дворы, терминалы, депо) и вопросы доступа к ним в рамках Приложения II Директивы.

Четвертый железнодорожный пакет 2016 года усилил роль Европейского железнодорожного агентства (ERA) [185] в областях безопасности и интероперабельности, обновил рамки сертификации, ввел единые процедуры для сертификации подвижного состава и обеспечения безопасности, расширил рыночный доступ в пассажирском секторе и закрепил обязательность конкурентных процедур для многих PSO-контрактов (Public Service Obligation). Этот слой «надотраслевой» гармонизации определяет правила игры для всех участников перевозочного процесса.

Параллельно с регулирующими реформами в Европе действуют исследовательско-инновационные партнерства Shift2Rail и последующее Europe's Rail Joint Undertaking (EU-Rail) [184], а также отраслевые программы TTR (Timetable and Capacity Redesign) [202] и Digital Capacity Management (DCM). Они направлены на унификацию и цифровизацию управления мощностями, планирования и распределения графиков, внедрение ERTMS/ETCS и будущей связи FRMCS, что меняет организацию работы как инфраструктуры, так и перевозчиков.

Инфраструктурные менеджеры (Infrastructure Management, далее IM) несут ответственность за развитие, содержание и эксплуатацию инфраструктуры; управление пропускной способностью (включая разработку и публикацию «заявления о сети»), диспетчеризацию и управление движением; взимание инфраструктурных сборов; организацию доступа к сервисным объектам в пределах

своих полномочий. В некоторых странах функции IM могут быть институционально разделены между несколькими организациями (например, выделение функций capacity allocation и charging в отдельные независимые единицы).

Железнодорожные перевозчики (Railway Undertaking, далее RU) – лицензируемые субъекты, осуществляющие перевозку пассажиров и/или грузов, как правило, с обеспечением тяги. Они выступают заявителями инфраструктурной мощности, участниками конкуренции за графиковые «слоты», контрагентами IM по договорам на услуги инфраструктуры и пользователями сервисных объектов.

Отдельной категорией выделены операторы сервисных объектов (Station Facility Owner, далее SFO). К сервисным объектам относятся пассажирские станции, грузовые дворы, сортировочные станции, мультимодальные терминалы, депо, пункты технического обслуживания, вагоноремонтные мощности, заправочные комплексы и др. Операторы SFO обеспечивают недискриминационный доступ, публикуют условия и цены, координируются с IM и RU при планировании и диспетчеризации операций, включая окна доступа и технологические «стыки» с графиком поездов.

В основе – процесс планирования и распределения мощности на основе годового графика движения с возможностью последующих корректировок и обслуживания узкоспециализированных запросов. Программы TTR и DCM предлагают переход от «разового» циклического планирования к непрерывному, основанному на моделях мощности, с ранним учетом «окон» на путевые работы и интеграцией международных коридоров. Это требует интенсивной координации «IM–RU–SFO» и прозрачного обмена данными.

Операторы SFO обязаны публиковать условия и тарифы, обеспечивать прозрачные процедуры рассмотрения заявок и объяснения отказов или альтернатив. В узлах с высокой загрузкой применяется сквозное планирование: «график поезда – окно терминала/депо – обратная вставка в график».

Подходы в тарифообразовании варьируют от минимальных предельных издержек с наценками до двухкомпонентных схем и применение «Ramsey-pricing»

для покрытия фиксированных затрат. Выбор модели влияет на стимулы IM к повышению эффективности и на конкурентоспособность RU, особенно грузовых и высокоскоростных пассажирских сервисов.

Между участниками применяются:

- рамочные соглашения IM-RU;
- сервисные договоры с SFO;
- контракты PSO (для пассажирских услуг) с KPI по пунктуальности, отменам, качеству;
- SLA по информационным системам (TMS, DCM).

Для международных цепочек – соглашения между несколькими IM и RU, поддерживаемые RNE-стандартами и коридорными организациями.

На практике организацию взаимодействия участников можно определить рядом типовых сценариев:

- 1) RU заключает рамочное соглашение (при необходимости) и подает заявку на мощность по коридорному маршруту;
- 2) IM формирует международно-согласованные слоты, учитывая окна путевых работ и модели мощности;
- 3) SFO предоставляет окна в терминалах отправления/назначения, согласуя с графиком поезда;
- 4) Entity in Charge of Maintenance (ECM) подтверждает готовность вагонного парка, обеспечивает выполнение регламентов ТО;
- 5) NSA/ERA – рамочные требования безопасности;
- 6) в ходе исполнения – DCM/TMS обеспечивает обмен данными и корректировки (Re-planning) при сбоях.

Крупный пласт литературы оценивает влияние вертикальной дезинтеграции и либерализации на эффективность и долю рынка железных дорог.

- В [193] показано наличие экономии на объединении ресурсов (Economies of Scope) у интегрированных компаний, что ставит под вопрос универсальную целесообразность полного разделения.

– В [174] выявили неоднозначные эффекты реформ: положительные для грузового сектора при расширении прав доступа, но не всегда – для пассажирского; влияние зависит от конкретной конфигурации реформ и контрактных механизмов.

– В обзоре практик доступа и тарифов [199] систематизируются компромиссы между восстановлением затрат, стимулированием спроса и минимизацией барьеров для новых операторов. Также проводится анализ структуры и уровня инфраструктурных сборов в разных странах, влияние на позицию HS-поездов относительно авиации, а также компромиссы между маржинальным ценообразованием и покрытием фиксированных затрат.

– Исследования об «открытом доступе» в пассажирском секторе [175] фиксируют кейс-зависимые эффекты на эффективность и качество, подчеркивая роль регуляторного дизайна, уровня тарифов на доступ и координации графиков.

– Исследования [173] предлагают типологии контрактов и моделей управления интермодальными терминалами, показывая, как распределение прав и обязанностей между публичными и частными участниками влияет на производительность, инвестиции и устойчивость «сухих портов», поясняя, почему развитие терминалов требует стыковки публичных целей (модальный сдвиг, CO₂) и частных стимулов (доходность, риски).

В зарубежной научной литературе аутсорсинг в транспортной отрасли рассматривается через призму экономической теории контрактов, институциональной экономики и менеджмента цепей поставок. Основные цели внедрения аутсорсинга:

- снижение транзакционных и операционных издержек;
- фокусировка на «ядре» бизнеса (перевозки, обслуживание клиентов);
- повышение качества сервисов за счет специализированных подрядчиков;
- инновационное развитие через привлечение компетенций внешних организаций.

Согласно исследованиям [173], эффективность аутсорсинга зависит от того, насколько грамотно структурированы контракты и распределены риски между заказчиком (оператором или инфраструктурной компанией) и подрядчиком.

Основные направления аутсорсинга на железнодорожном транспорте следующие:

1) Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава (Outsourcing Maintenance, ECM). Многие железнодорожные компании Европы передают функции ремонта и диагностики специализированным подрядчикам. Пример: сервисные подразделения Siemens Mobility или Alstom обслуживают не только собственные поезда, но и сторонний подвижной состав.

2) IT-сервисы и цифровизация процессов. Сюда входят системы управления движением, биллинговые и билетные платформы, аналитика BigData. Часто данные услуги обеспечивают внешние компании (например, Indra, Capgemini, DXC Technology для европейских операторов).

3) Логистика и управление терминалами. Интермодальные терминалы и «сухие порты» всё чаще управляются частными операторами по концессионным контрактам. Это позволяет государственным железным дорогам сосредоточиться на магистральных перевозках.

4) Услуги по уборке, безопасности, кейтерингу. В пассажирском секторе большинство непрофильных услуг (Cleaning, Catering, Security) делегируются сторонним компаниям. Например, в Deutsche Bahn эти функции переданы подрядчикам через дочерние компании-посредники.

5) Аутсорсинг инноваций. В рамках инициативы Shift2Rail / Europe's Rail Joint Undertaking значительная часть НИОКР выполняется университетами и технологическими партнерами на контрактной основе.

Европейская модель организации работы железнодорожного транспорта сочетает жесткую регуляторную основу (доступ, безопасность, интероперабельность) с гибкой эволюцией операционных практик (TTR/DCM, ERTMS, коридорные механизмы). Исследовательская литература показывает, что «универсальных» решений нет: успех зависит от увязки институтов, стимулов и технологий. Будущие исследования, вероятно, сфокусируются на интеграции цифровых платформ управления мощностями с экономикой тарифов на доступ, на KPI-ориентированном контрактинге PSO и на моделях совместного управления

терминалами, способных одновременно обеспечивать модальный сдвиг и финансовую устойчивость отраслевых инвестиций.

Европейский опыт реализации аутсорсинга показывает различные варианты его внедрения, представленные в таблице 1.2:

Таблица 1.2 – Виды аутсорсинга на железнодорожном транспорте:
зарубежный опыт

Виды аутсорсинга	Функции, реализуемые за счет аутсорсинга	Страны, железнодорожные системы
1	2	3
Технологический	Ремонт, диагностика, сервисное сопровождение жизненного цикла (LCC), сертификация ЕСМ	Германия (Deutsche Bahn – контракты с Siemens, Bombardier)
		Испания (AVE контракты с Siemens, Talgo)
		Великобритания (ROSCO – компания по владению и обслуживанию подвижного состава)
	Ремонт путей, сигнализации, энергоснабжения, управление ремонтными «окнами»	Великобритания (Network Rail – привлечение сторонних подрядчиков на конкурсной основе)
	Эксплуатация интермодальных терминалов, сухих портов, грузовых дворов по концессионным или операционным контрактам	Швеция (частные операторы терминалов при государственном Trafikverket)
		Великобритания (управление вокзалами через подрядчиков)
	Уборка поездов и станций, питание пассажиров, охрана объектов	Германия (Deutsche Bahn – через дочерние компании)
		Япония (JR East – Total Servis Outsourcing для вокзалов)
		Индия (Indian Railways – питание, уборка)

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3
Информаци- онный	Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по контракту, участие в консорциумах	Европа (Shift2Rail / Europe's Rail JU – университеты, технологические партнеры, консорциумы с ERA, RNE)
	Системы управления движением (TMS), биллинговые и билетные платформы, аналитика Big Data, цифровое планирование мощности (DCM)	США (BNSF, Union Pacific – долгосрочные контракты на IT-услуги и профилактическое техническое обслуживание)
		Европа (Indra, Capgemini, DXC Technology IT-услуги для европейских операторов)
		Индия (Indian Railways – IT-решения в рамках модернизации)

Аутсорсинг в железнодорожном транспорте стал неотъемлемым элементом модернизации отрасли в Европе и мире. Успешные практики показывают, что грамотное распределение функций между операторами, инфраструктурными компаниями и внешними подрядчиками позволяет достичь высокой эффективности. Однако ключевым условием остается правильно выстроенный контрактный и институциональный дизайн, обеспечивающий баланс между экономией, качеством и безопасностью.

Важно выделить, что Европейская модель организации железнодорожного транспорта основывается на институциональном разделении функций IM и RU, а также на усилении роли ERA в сфере безопасности и интероперабельности. А также взаимодействие участников перевозочного процесса строится вокруг доступа к инфраструктуре, сервисным объектам и цифровым системам планирования. При этом стоит отметить, что наиболее близким к определению «оператор подвижного состава» на сети Европейских железных дорог является понятие «Keeper», но существует ряд отличительных особенностей (таблица 1.3).

Законодательство ЕС дает широкое толкование того, кто может выступать в роли Кеерер. Это делает понятие гибким и отражающим реальную структуру рынка. Вот основные примеры:

- Собственник – владелец вагона, который сам управляет своим парком.
- Лизинговая/Арендная компания – компания, которая владеет вагонами и сдает их в аренду перевозчикам.
- Железнодорожное предприятие (RU) – сам перевозчик может быть Кеерер для вагонов, которыми он владеет или управляет.
- Инфраструктурный менеджер (IM) – Компания, управляющая путями, может быть Кеерер для вагонов, используемых для обслуживания инфраструктуры.

Таблица 1.3 – Ключевые признаки оператора подвижного состава и Кеерер как субъектов транспортного рынка

Критерий	Оператор подвижного состава	Кеерер
Основная деятельность	Предоставление ПС для перевозок другим лицам	Эксплуатация ПС как средства транспорта в экономических целях
Статус	Четко выделенная бизнес-модель «арендодателя»	Юридическая роль, закреплённая в законе, которая может включать разные бизнес-модели (владелец, лизингодатель, перевозчик)

Из вышесказанного следует, что роль оператора подвижного состава на Российских железных дорогах меньше, так как он практически не участвует в эксплуатации вагонов, имеющих у него на праве собственности или ином праве.

1.4 Современные методы в организации элементов транспортно-логистических систем

Организация перевозок на железнодорожном транспорте регламентируется российским законодательством и договором перевозки. К участникам процесса перевозок можно отнести: сетевого перевозчика, в лице открытого акционерного

общества «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»), который является одновременно и собственником железнодорожной инфраструктуры, и оператором тягового подвижного состава, с другой стороны выступает клиент (грузовладелец). Необходимо отметить, что договор перевозки может включать и ряд третьих лиц, таких как грузополучатель, экспедитор, контрагент, посредник. Схемы организации участников перевозочного процесса зависят от ряда факторов, таких как инфраструктурная составляющая, правовые основы, финансовые ресурсы и т. д. Начиная с 50-х годов прошлого столетия в организации доставки груза «от двери до двери» на железнодорожном транспорте участвовали Министерство путей сообщения (МПС), как основной перевозчик, владелец инфраструктуры и подвижного состава, грузовладелец, как источник возникновения движения материального потока, а также на участках, где доставку невозможно было осуществить только средствами железнодорожного транспорта, подключались структурные подразделения МПС – транспортно-экспедиционные конторы. Таким образом, были возможны следующие основные схемы: при наличии подъездных железнодорожных путей необщего пользования (рисунок 1.8, *а*) и при их отсутствии (рисунок 1.8, *б, в*).

Взаимодействие происходит между двумя основными участниками, при этом в качестве перевозчика могло выступать только МПС, так как регулирование деятельности на железнодорожном транспорте осуществлялось на государственном уровне. У схемы с отсутствием подъездных путей имеется два варианта: первый, когда грузоотправитель организует доставку товара сетевому перевозчику собственными силами и средствами (рисунок 1.8, *б*), второй, когда для промежуточной транспортировки используются транспортно-экспедиционные конторы (рисунок 1.8, *в*). Вторая схема применяется в случае, если у грузовладельца отсутствует собственный автомобильный транспорт. При этом в данных схемах роль исполнителя совпадает с зоной ответственности конкретного участника.

Стоит отметить, что в схемах с наличием подъездных путей возможно разделение на обработку подвижного состава на путях необщего пользования собственными силами и силами сетевого перевозчика, в отсутствие тягового железнодорожного подвижного состава.



Рисунок 1.8 – Схемы организации взаимодействия участников перевозочного процесса в СССР [32]

Первые предпосылки к формированию рыночных отношений в транспортной сфере были заложены законом «О кооперации в СССР» от 26 мая 1988 года, а непосредственно монополизация железнодорожного транспорта началась в постсоветский период – с середины 1990-х годов.

Было создано большое количество предприятий, которые переняли функции транспортно-экспедиционных контор для осуществления экспедиторской деятельности на железнодорожном транспорте. Эти предприятия стали заключать договоры с грузовладельцами по организации транспортировки. Первоначальные схемы структурно не получили изменений, но изменились зоны ответственности на этапах перевозки. Теперь организацией доставки на станцию и вывоза со станции занимались коммерческие организации, то есть появился третий независимый участник (экспедитор).

В результате структурной реформы на железнодорожном транспорте в 2001 году на рынок вышел четвертый участник – собственник подвижного состава (операторские компании), который может выступать в роли экспедиторской фирмы, обеспечивая перемещение груза клиента посредством заключения договора с сетевым перевозчиком на перевозку. При этом экспедиторские фирмы в отсутствие собственного железнодорожного подвижного состава, не способны самостоятельно обеспечить перевозку. Согласно федеральным законам «О

железнодорожном транспорте в Российской Федерации» и «О транспортно-экспедиционной деятельности», ответственность за перевозку груза теперь несет экспедитор или операторская компания, то есть появилась возможность разделения обязанностей физического исполнителя и ответственного за перевозку. Это видоизменило схемы организации элементов транспортно-логистических систем (рисунок 1.9, а, в) и создало перспективные направления для развития логистической деятельности на сети железных дорог (рисунок 1.9, б).



Рисунок 1.9 – Схемы организации взаимодействия участников перевозочного процесса в настоящее время [32]

В настоящее время операторские компании являются важным и необходимым звеном на рынке железнодорожных перевозок, организуя взаимодействия между грузовладельцем и перевозчиком за счет собственного подвижного состава. Потенциал логистической деятельности у операторских компаний значительный, благодаря своему положению в отрасли. Перспективным направлением является возможность расширения ассортимента услуг для клиента, путей перехвата некоторых функций у других участников, при этом спектр услуг может не ограничиваться деятельностью в рамках железнодорожной инфраструктуры, а распространяться на смежные области, такие как (рисунок 1.10):

- складские комплексы и терминалы с и без примыкающих железнодорожных подъездных путей;
- автомобильные перевозки как элемент доставки груза до железнодорожной станции («первая и последняя миля»);
- обработка железнодорожного подвижного состава на путях необщего пользования клиента.



Рисунок 1.10 – Потенциал расширения перечня услуг
для операторских компаний [32]

Эффективность реализации современных схем организации элементов транспортно-логистической системы операторскими компаниями напрямую зависит от эффективности использования собственных ресурсов [200, 194, 78, 20, 125]. В деятельности операторской компании на железнодорожном транспорте основным производственным ресурсом является грузовой вагон, вагонный парк. Для построения модели эффективного взаимодействия собственников подвижного состава с участниками рынка железнодорожных перевозок необходимо оценить показатели, оказывающие значительное влияние на качество предоставляемых услуг, связанные с вагонным парком. Анализ научной литературы позволил определить следующие ключевые показатели:

– Средняя доходность вагона (D) – экономический показатель оценки эффективности работы вагона. Определяется как отношение разности выручки и расходов к обороту вагона:

$$D = \frac{D-K}{\vartheta}, \text{ руб./сут,} \quad (1.1)$$

где D – выручка операторской компании от перевозки в грузовом вагоне, руб.;

K – расходы операторской компании на осуществление перевозки, руб.;

ϑ – время оборот вагона, сут.

Анализ статистических данных [160] демонстрирует провал эффективности использования подвижного состава начиная с 2023 года, требующий немедленных управленческих решений по снижению издержек или пересмотру стратегии работы с вагонным парком (рисунок 1.11).

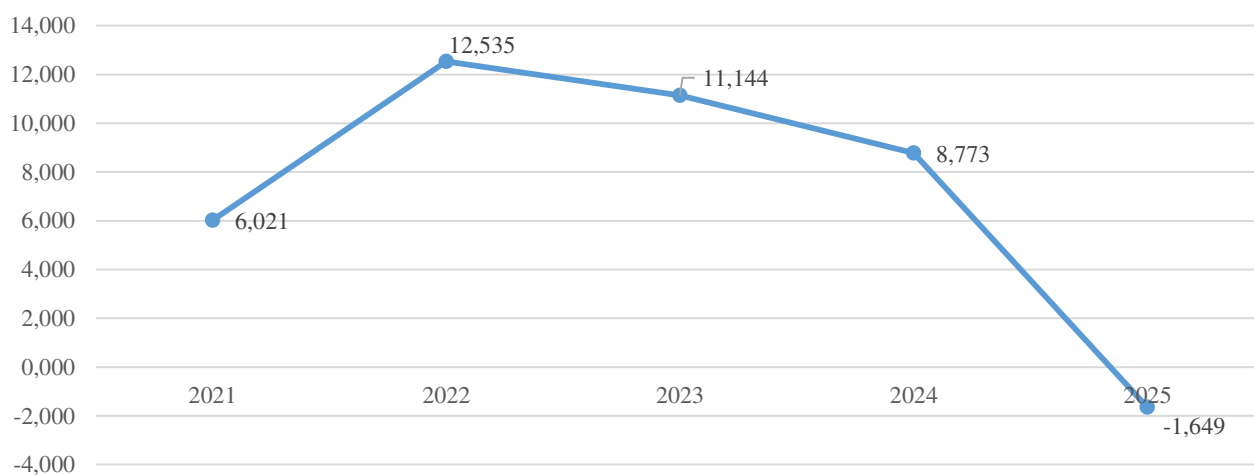


Рисунок 1.11 – Динамика доходности парка вагонов на сети, млрд руб./сут

– Производительность вагона ($P_{\text{ваг}}$) – обобщающий показатель оценки эффективности использования грузового вагона, рассчитывается как отношение тонно-километровой работы нетто на один вагон в сутки:

$$П_{\text{ваг}} = \frac{\sum Pl}{U_p}, \text{ т-км/ваг.-сут,} \quad (1.2)$$

где $\sum Pl$ – общий объем перевозок, т-км;

U_p – рабочий парк вагонов, ваг.-сут.

Статистические данные [160] указывают на резкое снижение производительности вагона как технико-экономического показателя. В 2025 году наблюдается частичное восстановление за счет вывода части парка в отстой, но это не компенсирует системных проблем отрасли. В текущих условиях рост производительности за счет сокращения парка – это вынужденная антикризисная мера, а не признак оздоровления рынка (рисунок 1.12).

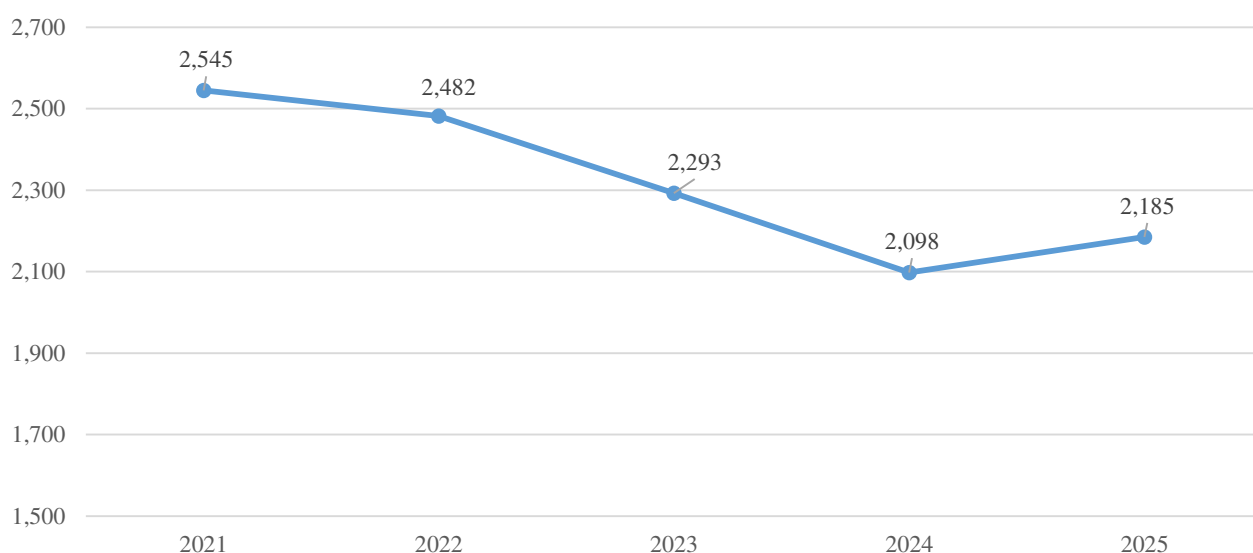


Рисунок 1.12 – Производительность вагона, млн т-км/ваг.-сут

Для более глубокого анализа и выявления причин изменения производительности используется факторная модель. Она разлагает производительность на составляющие, позволяя увидеть, какой именно фактор оказал влияние:

$$П_{\text{ваг}} = P_d \cdot S_B \cdot (1 - \alpha), \text{ т-км/ваг.-сут,} \quad (1.3)$$

где P_d – динамическая нагрузка на вагон, т/ваг.;

S_v – среднесуточный пробег вагона, км/сут.;

α – доля порожнего пробега вагона в общем пробеге.

Влияние операторской компании на данный показатель является косвенным и зависит от эффективности организации договорной работы с клиентами. Прямое влияние показывает качество эксплуатационной и диспетчерской работы подразделений сетевого перевозчика.

– Коэффициент порожнего пробега (α) – это показатель, который определяется как отношение времени нахождения вагона в порожнем состоянии к общему времени в пути за оборот вагона:

$$\alpha = \frac{n \cdot l_{\text{пор}}}{n \cdot l_{\text{об}}}, \quad (1.4)$$

где $n \cdot l_{\text{пор}}$ – суммарные порожние пробеги, ваг-км;

$n \cdot l_{\text{об}}$ – суммарные общие пробеги, ваг-км.

За период с 2021 по 2024 год наблюдалась устойчивая положительная динамика снижения доли порожнего пробега, что свидетельствует об улучшении логистики и повышении эффективности использования вагонов. Однако в 2025 году произошел резкий регресс по логистической эффективности (рисунок 1.13).

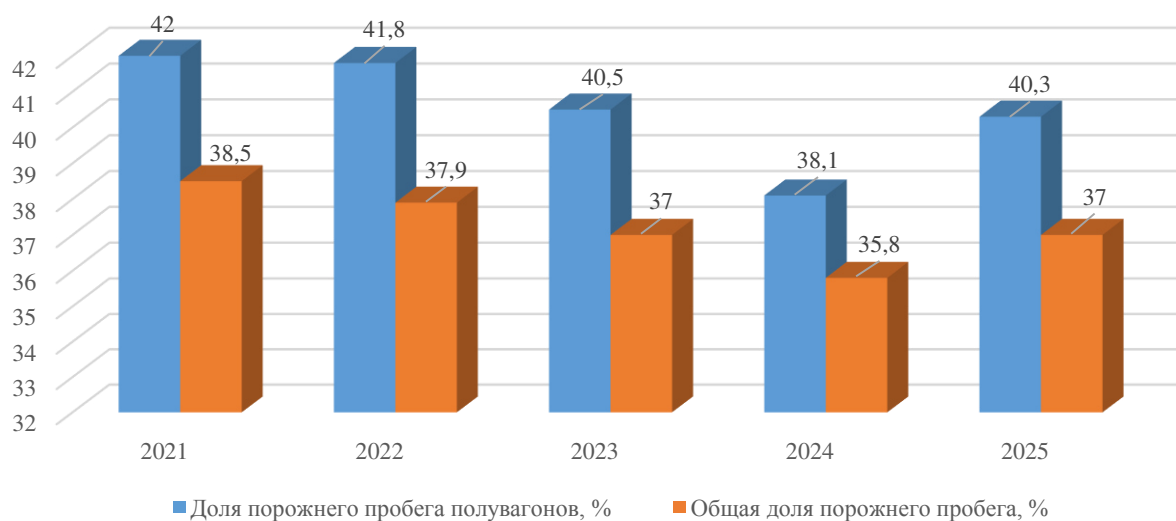


Рисунок 1.13 – Доля порожнего пробега по сети ОАО «РЖД», 2021–2025 годы, %

Скачок порожнего пробега именно в этом году является одной из главных причин появления убытков операторских компаний. Чтобы исправить ситуацию, необходимо в первую очередь проработать вопросы маршрутизации и корректировки плана формирования.

Коэффициент порожнего пробега зачастую используется при планировании эксплуатационной деятельности и влияет на размер рабочего парка вагонов, необходимого для реализации плана перевозок. В настоящий момент является ключевой статьей расходов и целью оптимизации для операторских компаний.

– Оборот вагона (ϑ) – это время, затрачиваемое на цикл технологических операций с момента окончания одной погрузки до момента окончания следующей.

$$\vartheta = \frac{1}{24} \cdot \left(\frac{(1+\alpha) \cdot l}{V} + \frac{(1+\alpha) \cdot l}{L} \cdot t_1 + k \cdot t_2 \right), \text{ сут}, \quad (1.5)$$

где α – коэффициент порожнего пробега;

l – груженный рейс вагона, км;

V – участковая скорость, км/ч;

k – коэффициент местной работы;

t_1 – средний простой на одной технической станции, ч;

t_2 – средний простой на одну грузовую операцию, ч.

Увеличение времени оборота вагона представляет собой более весомый фактор, оказывающий негативное влияние на результативность операторской деятельности, чем абсолютный показатель порожнего пробега. Зафиксированное за период 2021–2025 гг. увеличение данного параметра с 16,33 до 21,84 суток свидетельствует о накоплении структурных ограничений в логистической системе (рисунок 1.14). Соответственно, для восстановления целевых показателей рентабельности необходима реализация комплекса мероприятий, направленных на оптимизацию маршрутных цепочек и сокращение простоев.

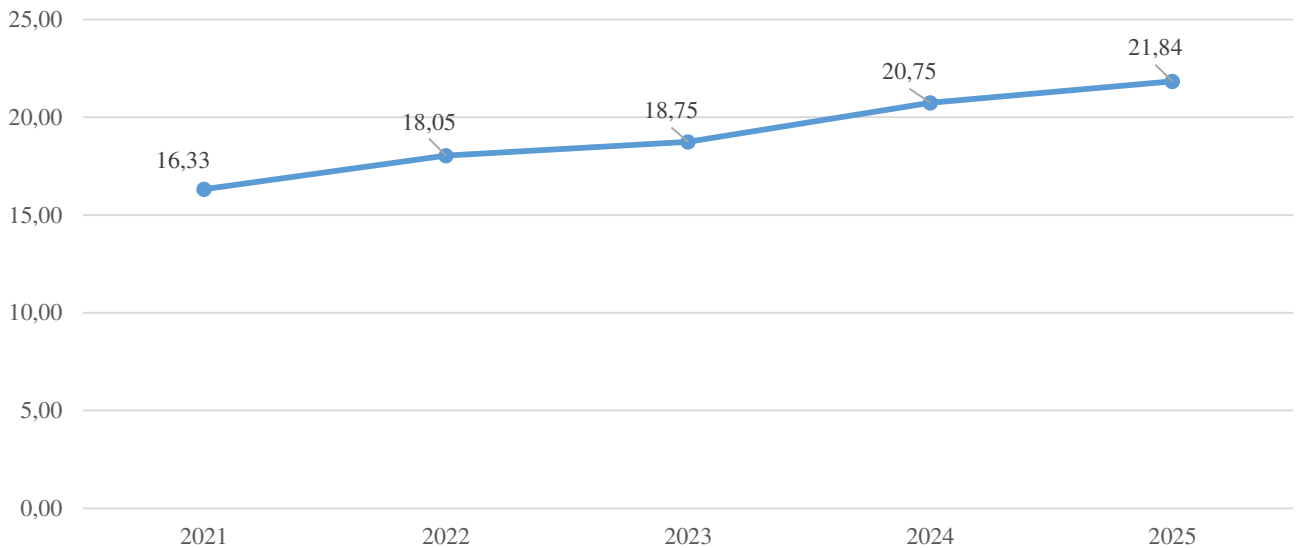


Рисунок 1.14 – Оборот вагона, сут

Проанализировав основные показатели оценки эффективности работы грузового вагона и их корреляцию между собой и деятельностью операторской компании [204, 186, 210, 126, 91], можно сделать ряд выводов.

1. Доходность и производительность вагона (1.1, 1.2) имеют обратную пропорциональную зависимость от времени оборота вагона. Данный вид зависимости указывает на то, что при минимальных (бесконечно малых) значениях времени оборота вагона производительность будет стремиться к значениям объема выполненной работы (тонно-километры), в такой ситуации объем работы превращается в ограничитель эффективности. Таким образом, комплексный подход к оптимизации всех компонентов целевой функции (например, 1.2) позволит максимизировать эффективность работы вагона. Необходимо помнить, что с точки зрения экономической эффективности и технической сложности реализации снижения оборота вагона на каждую последующую единицу увеличивается нелинейно.

2. Декомпозиция временного цикла оборота вагона на составляющие позволяет выделить четыре структурно обособленных элемента:

- время на технических станциях;
- время в пути следования;
- время на промежуточных станциях;

– время под грузовыми операциями.

Если разделить составляющие на сферы ответственности, первые три компонента относятся к ответственности сетевого перевозчика, а четвертый находится в зоне консолидированной ответственности. Существует четыре варианта реализации работы с вагонами на грузовых станциях с разделением ответственности между участниками перевозочного процесса. Для внедрения технологического аутсорсинга для крупных промышленных компаний и собственников путей необщего пользования наиболее удобным в планировании и управлении будет вариант, когда грузовые операции выполняются силами грузовладельца или оператора подвижного состава.

Согласно технологии организации работы по обслуживанию подъездных путей необщего пользования [152], время нахождения вагона под погрузочно-разгрузочными операциями делится на три периода (таблица 1.4):

Большинство операций на текущий момент выполняется сетевым перевозчиком, исключение составляют грузовые операции на грузовой инфраструктуре промышленного предприятия и время, которое грузовладелец или оператор, принимают решение о заадресовке вагонов в том или ином направлении. При этом анализ среднего времени нахождения вагонов на грузовых станциях по элементам указывает на то, что большая часть времени приходится на ответственность грузовладельцев.

Таблица 1.4 – Этапы (операции) с грузовым вагоном формирующие время простоя при обслуживании подъездных путей необщего пользования

№	Период	Операция	Исполнитель
1	2	3	4
1	Время от прибытия вагона на станцию до подачи его на грузовой фронт	Простой вагонов в парке приема	Сетевой перевозчик
		Расформирование состава	Сетевой перевозчик
		Простой вагонов под накоплением подачи	Сетевой перевозчик
		Формирование подачи	Сетевой перевозчик
		Подача вагонов	Сетевой перевозчик
		Расстановка вагонов по грузовым фронтам грузового пункта	Сетевой перевозчик

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4
2	Время нахождения вагона на грузовом фронте под грузовыми операциями	Выполнение грузовых операций	Оператор, грузовладелец
		Ожидание заадресовки вагона	Оператор, грузовладелец
3	Время от уборки с грузового фронта до отправления вагона на станцию назначения	Сборка вагонов с грузовых фронтов грузового пункта	Сетевой перевозчик
		Уборка вагонов	Сетевой перевозчик
		Сортировка подачи после уборки вагонов	Сетевой перевозчик
		Простой местных вагонов под накоплением	Сетевой перевозчик
		Формирования состава	Сетевой перевозчик
		Простой вагонов в парке отправления	Сетевой перевозчик

Таким образом время нахождения вагона под погрузочно-разгрузочными операциями – это потенциальный резерв, который при внедрении технологического аутсорсинга на промышленных предприятиях позволит расширить влияние операторских компаний на транспортном рынке и сократить время оборота вагона. На значение оборота вагона помимо временных показателей влияет и коэффициент порожнего пробега.

Коэффициент порожнего пробега зависит от ряда параметров:

- размер вагонного парка, циркулирующего на сети железных дорог. При рассмотрении данного параметра стоит учитывать емкость и пропускную способность дорожной сети [144];

- качество планирования и оперативной диспетчеризации. Эффективность управления влияет на размер вагонного парка, необходимого для реализации перевозки;

- договорная работа. Зависит от способности оператора планировать и взаимоувязывать грузопотоки своих клиентов.

Теоретические параметры находят свое отражение в фактических критериях эффективности как на российском, так и международном рынках.

Необходимость развития схем взаимодействия участников перевозочного процесса с целью повышения интеграции внутренних процессов и обеспечения эффективного движения материального потока по сети железных дорог диктуется

значительными транспортно-логистическими издержками, приходящимися на инфраструктуру. Начиная с 2003 года, с момента согласования и утверждения Правительством Российской Федерации «Прейскуранта 10-01» и разделения тарифа на грузовые перевозки на две составляющие: тариф за использование инфраструктуры и локомотивной тяги и тариф за использование вагонного парка, активизировали исследование вопросов, связанных с эффективным управлением дифференцированным парком вагонов. Существующие на тот момент схемы управления инвентарным (обезличенным) парком не могли быть реализованы в связи с изменением рынка владельцев подвижного состава – переход от монополии к олигополии и даже конкурентному рынку.

В коллективной монографии «Экономика и логистика управления вагонными парками компаний-операторов» [169] исследуются вопросы организации взаимодействия собственников частного вагонного парка с сетевым перевозчиком и грузовладельцами по средствам координации деятельности всех участников перевозочного процесса. Предлагается направить усилия компаний на снижение консолидированных транспортно-логистических издержек. Единым регулятором данного процесса в работе представляется логистический центр координации работы компаний-операторов [169]. В такой ситуации эффективность работы каждого собственника подвижного состава определяется единым показателем, отражающим эффективность работы всей системы организации перевозочного процесса на железнодорожной сети – транспортно-логистические издержки на единицу транспортной работы [191, 182].

Уделено внимание исследованиям вопросов планирования и прогнозирования перевозочной деятельности операторских компаний, разрабатывались модели оптимизации парка с целью повышения эффективности профильной деятельности собственников подвижного состава. Разработка динамических моделей показала многофакторность и уникальность деятельности операторских компаний на сети железных дорог РФ [198, 197, 207, 181, 58].

С экономических позиций в работе Н.А. Гузенко «Диверсифицированное развитие логистических услуг грузовых операторов на железнодорожном

транспорте» рассматривается экстенсивный путь развития операторской деятельности за счет увеличения количества собственников и, как следствие, самого парка грузовых вагонов [39]. Это приводит к усложнению связей при организации перевозочного процесса внутри системы железнодорожных перевозок. При этом разработанная схема организации логистической деятельности операторских компаний как полноценных логистических провайдеров определяет алгоритм и структуру процессов предоставления логистических услуг.

В работе Н.А. Кубрак рассматривается возможность совершенствования методов управления вагонным парком на сети дорог, предлагается использовать консолидацию парка вагонов под управлением крупного транспортного холдинга, в роли которого может выступать как общесетевой перевозчик (ОАО «Российские железные дороги»), так и крупный оператор подвижного состава (АО «Федеральная грузовая компания») [64].

Анализ научных трудов в сфере повышения эффективности деятельности операторских компаний за счет консолидации частного парка и возвращения к схемам управления инвентарным парком вагонов указывает на необходимость изучения вопроса в другой плоскости. Как показал организационно-экономический эксперимент, проведенный ОАО «РЖД» и АО «ФГК» по консолидации частного парка [64], большинство собственников подвижного состава не выразили желания принять участие и предоставить собственные вагоны под обезличенное управление. Таким образом, требует рассмотрения вопрос возможности укрепления позиций операторских компаний за счет повышения их доли участия в перевозочном процессе посредством расширения спектра услуг по работе с клиентами – крупными промышленными предприятиями.

В работе [101] исследованы вопросы унификации требований к разработке единых технологических процессов железнодорожных станций примыкания и путей необщего пользования. Рассмотрена проблема фрагментарности нормативной базы и несоответствия методических подходов реальным технологическим циклам.

Анализ процессной модели управления парком порожних грузовых вагонов, выполненный в [62], выявил системные недостатки, связанные с поздним учетом инфраструктурных ограничений при согласовании заявок и отсутствием формализованного механизма выбора станций для отстоя после выгрузки.

В работе [100] рассмотрена концепция сквозного риск-ориентированного контроля сроков доставки грузов и порожних вагонов. Исследование посвящено проблеме оперативного выявления рисков нарушения нормативных сроков и своевременной корректировки планов продвижения вагонопотоков.

Исследования [69, 70] посвящены построению краткосрочных прогнозов количества вагонов на станциях и путях необщего пользования с применением нейросетевых архитектур и авторегрессионных моделей. В фокусе внимания – точность прогнозирования как ключевой фактор для операторов при планировании взаимодействия с грузополучателями, управлении парком и снижении простоев.

В серии работ [136, 134, 135] исследована система сбалансированных показателей и каскадирование KPI в транспортном холдинге. Рассмотрены проблемы координации между подразделениями и согласованности стратегических целей с операционными показателями.

Работы [148, 18, 156, 119] охватывают широкий круг вопросов: формирование альтернативных решений по развитию станций, учет случайных факторов во внутренних транспортных процессах промышленных предприятий, критерии эффективности управления транспортным предприятием и проблематику функционирования транспортных узлов. Для операторов ключевыми здесь являются методологические подходы к оптимизации взаимодействия с промышленными грузоотправителями в условиях стохастической загрузки, а также необходимость развития теории взаимодействия видов транспорта для «расшивки узких мест» в узлах, что повышает надежность перевозок и снижает операционные риски.

В работе [57] исследованы подходы к определению оптимального размещения опорных логистических центров на пересечении интенсивных и малоинтенсивных железнодорожных линий. Рассмотрены критерии минимизации

транспортных затрат, специализации и социальной значимости линий, а также методы их весовой оценки.

Таким образом, проведенный анализ научных трудов показывает, что в области организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте сложилась исследовательская база, охватывающая широкий спектр вопросов – от координации взаимодействия операторов с перевозчиком и грузовладельцами до разработки методов прогнозирования, моделей оптимизации вагонных парков, систем сбалансированных показателей и подходов к размещению логистических центров. В работах исследуются как макроэкономические аспекты управления парками (консолидация, централизация, снижение издержек), так и микротехнологические (унификация технологических процессов, прогнозирование загрузки станций, риск-ориентированный контроль сроков доставки).

Однако, несмотря на многообразие и глубину проработки отдельных направлений, остается недостаточно изученным вопрос формализации моделей технологического аутсорсинга как инструмента повышения эффективности операторской деятельности и совершенствования технологического и экономического взаимодействия агентов транспортно-логистического рынка в условиях системных изменений (множественности собственников, профицита вагонного парка, цифровизации и изменчивой конъюнктуры рынка).

Выводы по первой главе

Проведенный анализ теоретических, логистических и организационно-экономических аспектов технологического аутсорсинга в транспортно-логистических системах железнодорожного транспорта определил следующие выводы:

1. Понятие аутсорсинга, его сущность, виды и принципы использования в бизнес-среде требуют учета специфики сегмента транспортно-логистических услуг, особого внимания вопросам передачи непрофильных функций от промышленных предприятий к специализированным логистическим операторам,

направленные на повышение эффективности и конкурентоспособности производства за счет концентрации ресурсов.

2. Создание конкурентного сектора в сфере железнодорожных перевозок в России, выделение вагонной составляющей тарифа и допуск частных операторов к перевозочной деятельности способствовали развитию рыночных механизмов и диверсификации услуг. В современных условиях технологический аутсорсинг становится инструментом укрепления позиций операторских компаний и повышения качества взаимодействия с клиентами.

3. Ключевым направлением для грузовых железнодорожных перевозок выступает технологический аутсорсинг эксплуатации подъездных путей необщего пользования (ПНП), который требует развития методологических подходов. В условиях сформированного рынка операторских услуг передача дополнительных процессов и услуг операторским компаниям позволяет как промышленным предприятиям, так и самим операторам получать экономические и организационные преимущества: сокращение затрат, повышение оборота вагона, упрощение логистики и устойчивые партнерские отношения. Приведен алгоритм интеграции оператора в бизнес-процессы клиента, начиная с предоставления вагонов до полного функционального и информационного взаимодействия. Определены и обоснованы преимущества технологического аутсорсинга для всех участников: грузоотправителей, операторов, сетевого перевозчика.

4. Проведенный комплексный анализ выявил тенденции к ухудшению эксплуатационных параметров работы парка вагонов, что свидетельствует о необходимости разработки новой концептуальной модели диверсификации технологий транспортных услуг логистических операторов железнодорожного транспорта. Внедрение данной модели, основанной на изменении схем взаимодействия с промышленными предприятиями, позволит сформировать устойчивые логистические потоки. Данный подход позволяет оперативно выводить избыточный подвижной состав из загруженных зон, минимизируя накопление порожних вагонов. Одновременно аутсорсинг обеспечивает значительное сокращение временных издержек при выполнении грузовых

операций. Передача управления специализированным логистическим провайдерам исключает неэффективные простои на узловых станциях и терминалах. Гибкая интеграция позволяет синхронизировать потребности грузоотправителей с актуальными возможностями транспортной инфраструктуры. Комплексная реализация указанного механизма является необходимым условием для стабилизации и последующего роста рентабельности операторской деятельности.

5. Обоснование стратегической роли аутсорсинга в повышении эффективности операторских компаний и всей транспортной системы в целом определяет структуру диссертационного исследования, представленную на рисунке 1.15.



Рисунок 1.15 – Структура диссертационного исследования

ГЛАВА 2. МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУТСОРСИНГА В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

2.1 Логистическая деятельность операторских компаний на железнодорожном транспорте

2.1.1 Современное признаковое пространство оценки деятельности операторских компаний

Рынок операторской деятельности является одним из факторов обеспечения конкурентоспособности грузовых железнодорожных перевозок в отечественной транспортной системе [31, 43]. В конкурентных условиях стратегической задачей операторской компании является адекватная оценка потенциала рынка операторской деятельности для формирования стратегических планов развития. Рассмотрим некоторые аспекты в оценке потенциала операторской компании. Операторская деятельность в своей основе базируется на оперировании подвижным составом – ключевыми основными фондами предприятия [34, 82]. При этом объем и структура подвижного состава с его географической локацией определяют первичные параметры позиционирования операторской компании (рисунок 2.1).

С «макроэкономических» позиций деятельность операторской компании определяется состоянием, динамикой и структурой грузопотоков на сети железных дорог [85]. Операторская деятельность является полностью зависимой от экономики, технологий перевозчика и структуры грузопотоков. При этом в части формирования политики взаимоотношений с потребителями транспортных услуг перевозчик и оператор подвижного состава имеют солидарные задачи по обеспечению качества услуг [103, 50]. В отличие от перевозчика, задачи операторской компании заключаются в предоставлении соответствующего грузу подвижного состава, а перевозчик обеспечивает реализацию вагонопотоков в

указанном в заявке направлении.



Рисунок 2.1 – Карта признаков операторского бизнеса
на железнодорожном транспорте

Учитывая многозначность факторов, оценка рынка операторской деятельности базируется на макро- и микроэкономических трендах развития экономики и рынка транспортных услуг, таких как:

- объем и география производства по отраслям, формирующие грузовую базу и направления грузопотоков;
- индексы промышленного производства, определяющие макроэкономические тренды экономики;
- объем и структура товарооборота на внутреннем и внешнем рынках, включая экспортные, импортные и транзитные потоки;
- геополитические и макроэкономические тренды, определяющие устойчивость экономики и динамики транспортных услуг;
- место компании на рынке, определяющее финансово-экономическую и технологическую устойчивость;
- стратегическая ориентация в развитии операторской компании, а также основных конкурентов, позволяющая определить транспортно-технологические

приоритеты рынка;

– методы и подходы государственного регулирования рынка.

Рассматривая показатели оценки корпоративного рынка операторской деятельности, следует рассмотреть показатели конкурентоспособности предприятия, формируемые абсолютными (глобальными) и относительными факторами. Количественные показатели состояния рынка услуг в целом и доли операторской компании в частности определяются с их локацией на типологию подвижного состава (полувагоны, цистерны, крытые и др.), поскольку схемы управления логистическими цепями организации транспортных потоков реализуются с учетом типологии подвижного состава. При этом конкуренция операторских компаний за рынок может проявляться в полной мере в условиях отсутствия соглашений по совместному оперированию подвижного состава между ними или с привлечением третьей стороны (услуги операционного технологического аутсорсинга) [85, 124].

Отечественный индекс качества железнодорожных грузовых перевозок, проводимый ежеквартально журналом «РЖД-Партнер» по одиннадцати ключевым для клиентов показателям, показывает интерес не только к технологиям перевозчика – ОАО «РЖД», но и к операторским компаниям [103] (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Экспертно-оценочная размерность признакового пространства оценки качества железнодорожных грузовых перевозок [41]

Наименование показателя	Зависимость показателя от участников рынка железнодорожных перевозок		
	ОАО «РЖД»	Операторская компания	Другие участники
1	2	3	4
Стоимость услуг ОАО «РЖД»	Да	Частично	Частично
Стоимость услуг компаний-операторов	Частично	Да	Нет
Оперативность согласования заявок	Частично	Да	Частично
Наличие вагонов нужного рода в необходимом количестве	Нет	Да	Нет
Техническое состояние вагонов	Нет	Да	Нет

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
Подача вагонов под погрузку / выгрузку по графику	Да	Да	Частично
Соблюдение сроков доставки, в том числе в сравнении с нормативными	Да	Частично	Нет
Уровень информационных технологий и передача бухгалтерской документации	Да	Частично	Нет
Сохранность груза	Да	Да	Нет
Полнота удовлетворения спроса на перевозки	Да	Да	Частично
Уровень развития транспортной инфраструктуры	Да	Нет	Нет

В качестве метода сбора информации используется интервьюирование, в котором принимают участие более ста промышленных предприятий из различных отраслей и регионов страны. Респондентам предлагают оценить деятельность участников транспортного рынка по 11 критериям и 100-балльной шкале. По результатам анкетирования формируется обобщенная оценка удовлетворенности клиентов – индекс качества [41]. Анализ показателей индекса качества для клиентов отрасли выявил, что практически все из них частично связаны или полностью определяются деятельностью операторских компаний [83]. К факторам, зависящим в большей степени от эффективной работы операторов, можно отнести «стоимость услуг компаний-операторов», «наличие вагонов нужного рода в необходимом количестве» и «техническое состояние вагонов» (рисунки 2.3, 2.4).

Анализ оценок стоимости услуг показывает положительную динамику, при этом на первый квартал 2018 года этот параметр являлся самым неудовлетворительным среди прочих, что было связано с дефицитом парка универсальных вагонов. Данная ситуация возникла как результат ориентации операторских компаний на снижение издержек и работы с крупными клиентами, подвижной состав на сети был, но практически полностью был занят на кольцевых маршрутах.



Рисунок 2.3 – Динамика оценок деятельности операторских компаний на сети железных дорог

Помимо этого, ситуация осложнялась увеличением доли перевозок угля на экспорт, вследствие чего на остальные перевозки вагонов не оставалось. Данная ситуация длилась вплоть до 2 квартала 2019 года, когда значительная доля грузоотправителей начала сокращать долю железнодорожного транспорта в собственной структуре перевозок и обратилась к альтернативным видам транспорта, в результате ставки у операторов стали постепенно снижаться. 2021 год стал рекордным по уровню снижения данного показателя, причиной стала диспропорция роста объемов погрузки на сети и отсутствие роста размера рабочего парка, что вызвало локальный дефицит подвижного состава.

Наличие вагонов нужного рода в необходимом количестве в своей динамике коррелирует с оценкой стоимости услуг операторов, начиная с конца 2018 года этот показатель непрерывно растет. В 2020 году, по сравнению с тем же периодом предыдущего года, обеспеченность вагонами выросла на 18 пунктов, что характеризуется тем, что на сети железных дорог сократились объемы перевозок и, как следствие, высвободились вагоны.

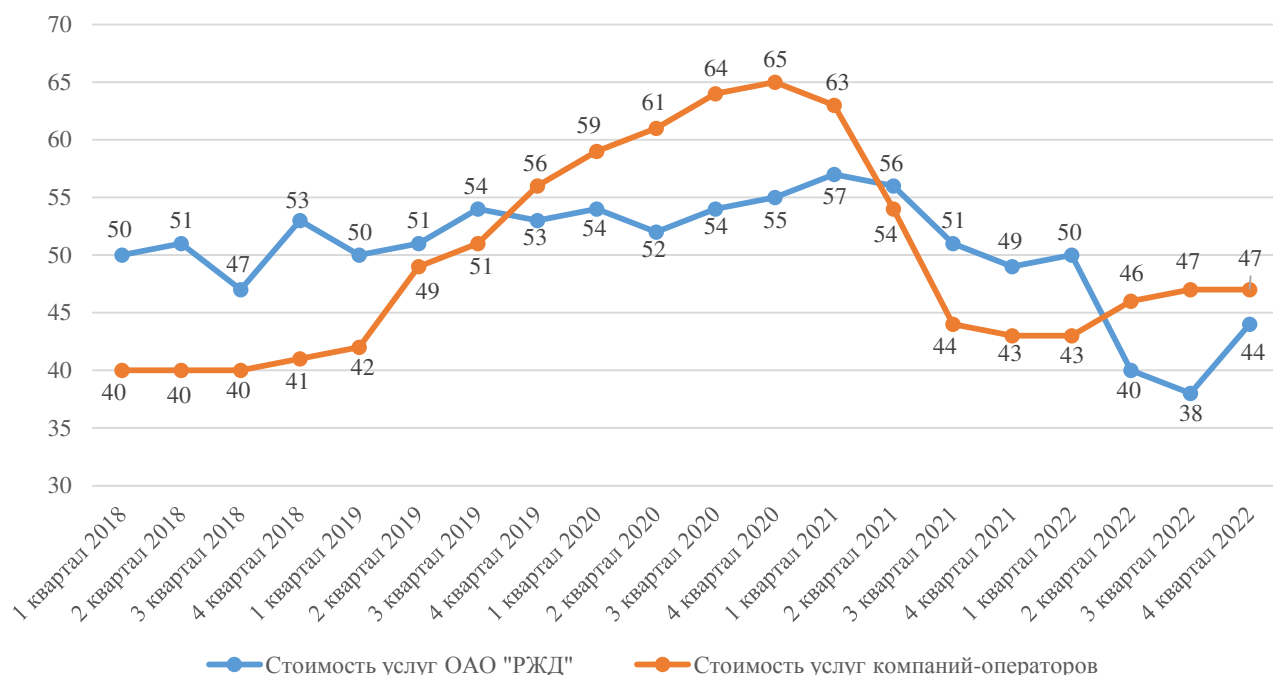


Рисунок 2.4 – Сравнение оценок стоимости услуг операторов и перевозчика

Техническое состояние вагонов показывает стабильные значения удовлетворенности клиентов, так как компании-операторы следят за своими активами, обеспечивают своевременный ремонт для соответствия ужесточенным требованиям технического состояния подвижного состава.

На фоне колебаний оценок стоимости услуг компаний-операторов оценки тарифной политики ОАО «РЖД» вплоть до 1 квартала 2022 года показывали относительную стабильность, но значительная индексация тарифов за первую половину 2022 года (18,6 %) привела к рекордному падению этого показателя уже в 3 квартале этого года.

Как видно из анализа, практически все индексы качества грузовых железнодорожных перевозок находят отражение в деятельности операторских компаний. При этом технологические параметры работы операторской компании непосредственно влияют на получение интегрированного эффекта от перевозочного процесса всеми участниками рынка. Задачи сегментации рынка операторской деятельности и определения «доли» каждого оператора находятся не только в экономической плоскости, но и в географической [124], ориентированные на решение вопросов оптимизации логистических цепей, маршрутизации и

повышения производительности использования подвижного состава.

2.1.2 Оценка параметров деятельности железнодорожной транспортно-логистической системы

Эффективность использования основных фондов является ключевым и актуальным показателем в системе оперативного и среднесрочного планирования и управления. Колебания спроса на ресурсные возможности операторских компаний, связанные с изменениями конъюнктуры рынка, требуют решения вопроса по привлечению дополнительных мощностей в пиковые периоды или решения вопроса организации и управления свободными мощностями при падении спроса.

Следует отметить, что волатильность операторского рынка влияет не только на конкретного участника, но и на весь перевозочный процесс, определяя ценовую нагрузку на транспортно-логистические услуги в экономике. В этой связи вопросы исследования и повышения эффективности логистических услуг на рынке операторской деятельности являются перманентно актуальными, а поиск новых схем повышения эффективности работы рынка в целом является задачей транспортной (логистической) науки.

Выделение вагонной составляющей из тарифа дало возможность участникам транспортного рынка приобретать вагоны для сокращения транспортных расходов и обеспечения стабильности перевозок для клиентов. Изначально одной из задач реформы было обновление морально устаревшего подвижного состава, что в целом и произошло, когда крупные промышленные предприятия и экспедиторы для обеспечения качественных и безопасных перевозок стали приобретать новый подвижной состав в собственность. При этом возникновение нового рынка транспортных услуг привлекло новых участников и дало новые возможности старым, что привело к росту числа вагонов на сети железных дорог. Анализ динамики парка грузовых вагонов (рисунок 2.5) указывает на увеличение числа вагонов на 71,82 % в 2025 г. по сравнению с 2003 годом. За последние 10 лет с

2016 года размер наличного вагонного парка вырос с 1073 до 1403,1 тыс. вагонов, то есть на 30,76 %, сопоставимые значения наблюдаются и в рабочем парке вагонов, где рост составил 27,36 %. При этом в 2025 году отмечается снижение рабочего парка по сравнению с предыдущим периодом, связанное со снижением спроса на продукцию вагоностроителей, снижение объемов погрузки, а также регулирование потребного количества подвижного состава со стороны ОАО «РЖД», связанное с повышением нагрузки на инфраструктуру общего пользования и влияние на показатели работы отрасли.

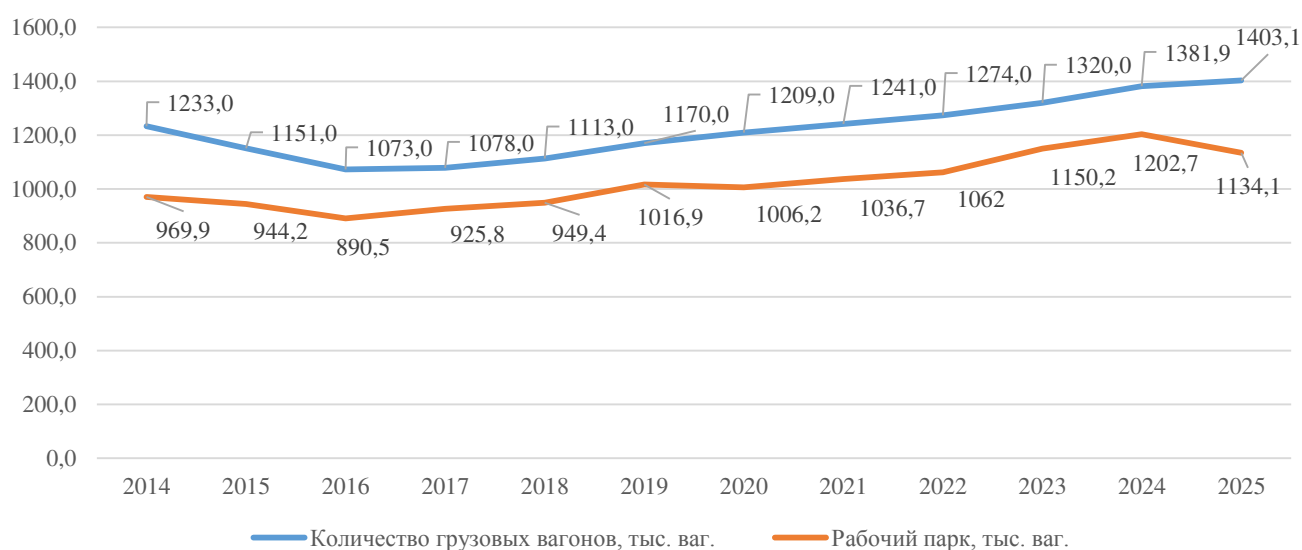


Рисунок 2.5 – Динамика наличного и рабочего парка грузовых вагонов, тыс. ваг. [160]

При этом протяженность путей общего пользования для осуществления перевозок и отстоя порожних вагонов изменилась незначительно и осталась на уровне 87 тыс. км. Постоянный рост числа вагонов при прочих равных условиях усиливает нагрузку на инфраструктуру железных дорог общего пользования и осложняет организацию управления перевозочным процессом и отражается на ключевых показателях работы сети.

Анализ динамики структуры вагонного парка представлен на рисунке 2.6. В относительных значениях с 2003 года в структуре вагонного парка имеются изменения, которые связаны с переходом вагонного парка в частный сектор. В 2003

году наблюдается структура, выстроенная для использования инвентарного парка. К 2025 году значительно выросла доля полувагонов, так как это универсальный тип вагона, этому способствует и структура грузоперевозок в стране. Доля цистерн, изначально тоже выросла, так как продукты нефтяной отрасли относятся к категории высокотарифных, но впоследствии нефтедобывающие и перерабатывающие компании сформировали собственные дочерние транспортные компании и возможность выхода новых участников в этот сегмент рынка усложнилась. Поэтому абсолютные значения количества цистерн остаются относительно стабильными.

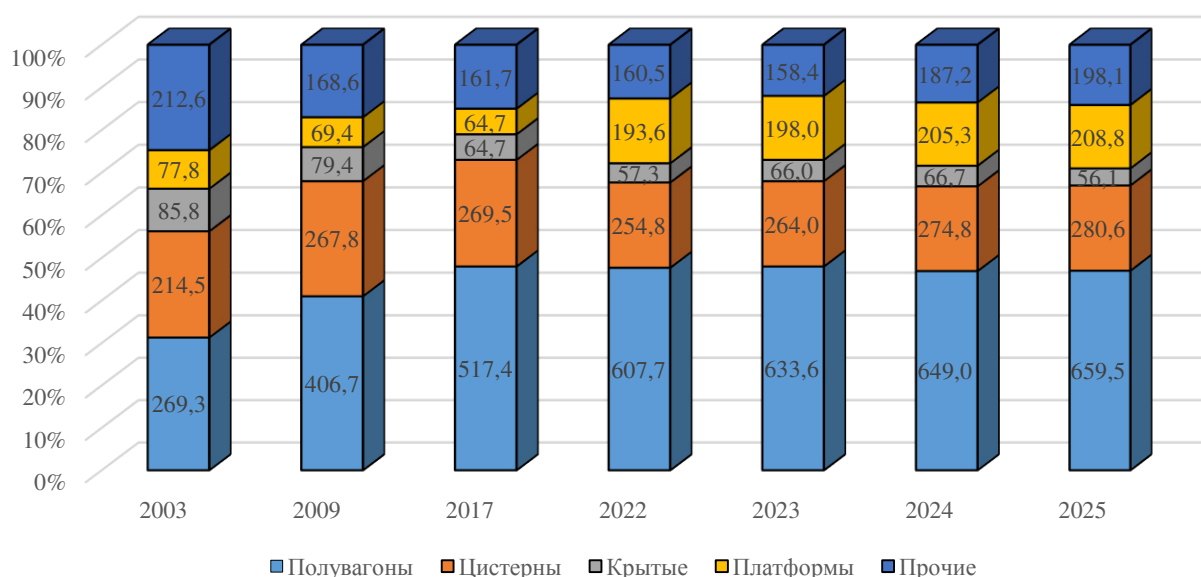


Рисунок 2.6 – Динамика структуры вагонного парка

В целом в динамике структуры вагонного парка за последние несколько лет изменений практически не наблюдается, что может говорить о том, что рынок транспортных услуг относительно стабилен, доли перевозок распределены между участниками.

Анализ погрузки на сети железных дорог за последние пять лет показывает ее последовательное снижение (рисунок 2.7). Общая погрузка по сети железных дорог в 2025 году составила 1115,8 млн тонн, это на 5,6 % (65,7 млн тонн) ниже, чем в 2024 году. Если проследить среднемесячную динамику, то с начала 2024 года

погрузка ниже аналогичного периода прошлого года. Общее снижение за пять лет по отношению к 2021 году составляет 13,1 %, что в абсолютных значениях составляет 168,3 тыс. тонн грузов, которые в конкурентных условиях были отправлены другими видами транспорта.

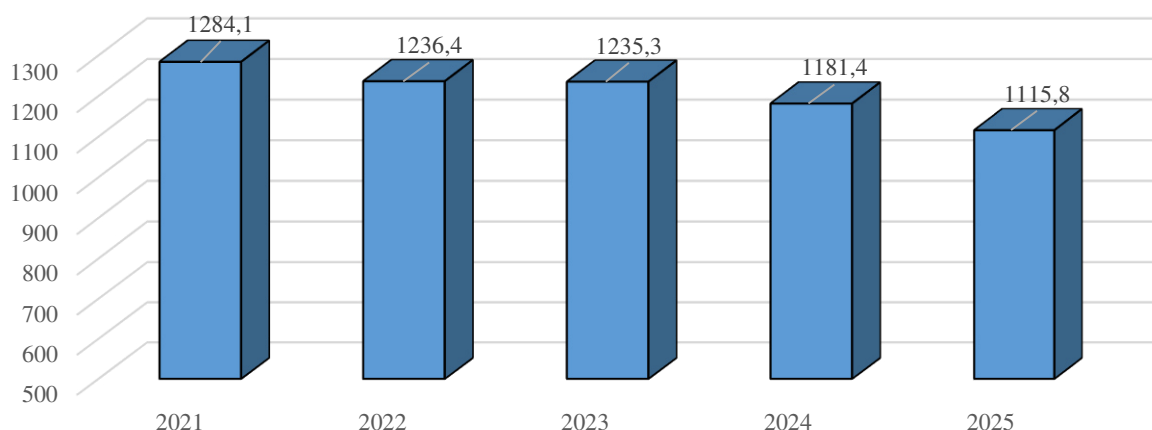


Рисунок 2.7 – Динамика погрузки грузов по сети РЖД за 2021–2025 гг., тыс. тонн [160]

Анализ структуры погрузки по категориям перевозимых грузов показал, что в 2024 году около 80 % всей погрузки приходится на 6 позиций: каменный уголь, нефтяные грузы, строительные грузы, руда железная и марганцевая, черные металлы (включая лом), химические и минеральные удобрения (рисунок 2.8).

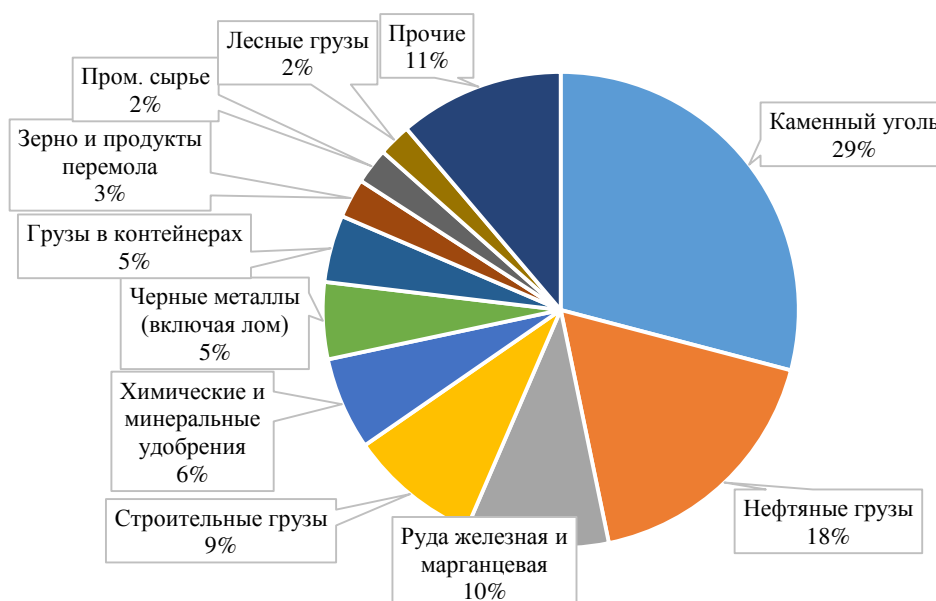


Рисунок 2.8 – Структура погрузки по категориям грузов за 2025 год [142]

Поэлементный анализ динамики погрузки показал, что общее снижение связано с тем, что ключевые категории имеют отрицательную динамику погрузки (рисунок 2.9), за исключением химических и минеральных удобрений, спрос на которые в 2025 году значительно вырос на мировом рынке ввиду наличия ряда альтернативных направлений сбыта.

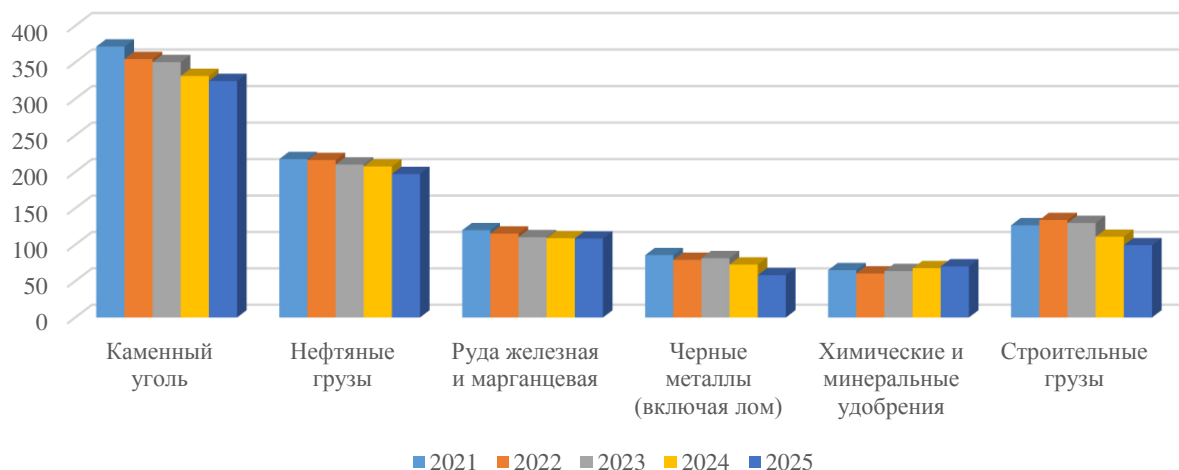


Рисунок 2.9 – Динамика погрузки по ключевым категориям грузов, тыс. тонн [142]

Причины снижения погрузки можно сгруппировать по двум категориям: экономико-политического характера, которые зачастую определяют направления грузопотоков и технико-технологические, которые обеспечивают движение грузопотоков (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Структура причин снижения погрузки на сети по ключевым номенклатурам грузов

Грузы	Причины	
	Экономические	Технические
1	2	3
Каменный уголь	Снижение мировых цен	Ограничения пропускной и провозной способности на целевых направлениях

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
Нефтяные грузы	Запрет на экспорт	Техническое обслуживание и ремонт НПЗ
Руда железная и марганцевая	Снижение спроса, санкционные ограничения	Ограничения пропускной и провозной способности на целевых направлениях
Черные металлы	Запрет на экспорт	Ограничения пропускной и провозной способности на целевых направлениях
Строительные грузы	Завершение строительства крупных государственных проектов	Отказ в согласовании заявок на определенные категории грузов, нехватка локомотивов и рост оборота вагонов, переход на автомобильный транспорт

Ещё одним показателем работы железнодорожного транспорта является оборот вагона. Этот показатель непосредственно связан с эффективностью деятельности операторских компаний. За последние 5 лет наблюдается увеличение оборота с 391,8 часов в 2021 до 524,1 часов в 2025 году (рисунок 2.10). Поэлементное рассмотрение оборота позволяет определить, что ключевыми (значимыми) в структуре оборота являются «время под грузовыми операциями» и «время на технических станциях». Увеличение «времени под грузовыми операциями» имеет постоянную положительную динамику, при этом наблюдается ускорение изменения времени от периода к периоду. Если в 2022 году время увеличилось на 8,7 часов, то разница между 2024 и 2025 годами составляет уже 55,1 часов. Величина «времени на технических станциях» каждый год росла до 2024 года, а после показала отрицательную динамику. В 2025 году также сократилось время нахождения на промежуточных станциях и в движении на 2,6 и 1,4 % соответственно.

Рост времени оборота зависит от ряда факторов:

- неэффективное управление вагонным парком операторскими компаниями после выгрузки;
- несоблюдение технологического времени погрузочно-разгрузочных работ грузовладельцем;
- несоответствие мощности технического обеспечения перевозчика потребностям клиента;
- профицит вагонного парка на сети железных дорог;
- меры сетевого перевозчика по регулированию вагонного парка.

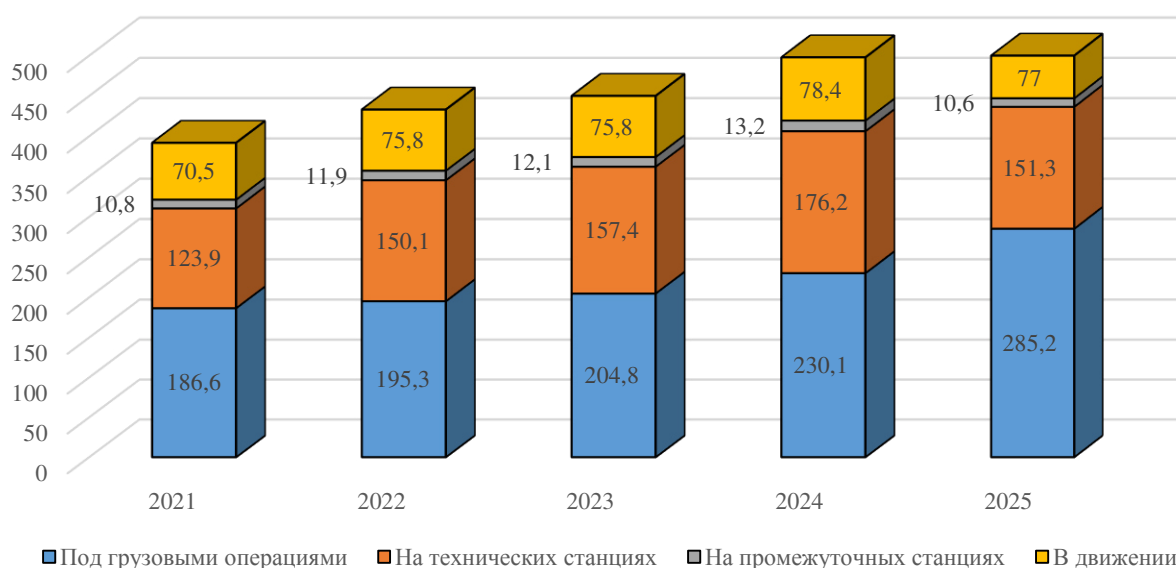


Рисунок 2.10 – Динамика оборота грузового вагона по элементам, ч. [142]

Несоответствие может выражаться как в отсутствии тягового подвижного состава (или бригад, обслуживающих его), так и в ограничениях инфраструктуры перевозчика. В настоящий момент ограничения связаны с профицитом порожнего подвижного состава, который занимает (блокирует) пути станций, которые необходимы для выполнения основных операций. Изменения показателей в структуре оборота вагона связаны с мерами сетевого перевозчика по регулированию вагонного парка, согласно которым часть порожних вагонов с технических и промежуточных станций переместили на пути необщего

пользования с целью разгрузить инфраструктуру общего пользования, где они числились как находящиеся «под грузовыми операциями» [127].

2.2 Модели активности участников в транспортно-логистических и технологических системах

Современный подход к анализу взаимодействия участников рынка по реализации транспортных и транспортно-технологических услуг требует рассмотрения их активностей с позиций достижения макроэкономических и социальных целей, такие как полное и качественное обеспечение потребности экономики и населения в услугах по перемещению грузов и пассажиров [129, 211, 145]. Как правило, стратегические цели транспортной отрасли определяют необходимость государственного ее регулирования как обеспечивающей отрасли экономики страны [38, 19]. С другой стороны, рыночный подход к развитию предпринимательства в сфере транспортных услуг требует реализации механизмов саморегулирования для обеспечения их динамичного развития [182, 84, 105]. Эти два концептуально противоположные варианта к исследованию проблем транспортной отрасли вполне можно наблюдать локально в отдельных сегментах транспортно-логистических и технологических систем [84]. В более общем виде активности агентов этого рынка могут проявляться в формах кооперации, сотрудничества, конкуренции в зависимости от доминантных факторов, определяющих отношение оператора как к рынку в целом, так и к транспортно-технологическим процессами реализации услуг предприятия [84, 2, 107].

В этой связи представляет интерес формализация активностей участников рынка, позволяющих определить динамику развития транспортного рынка не классическими моделями из макроэкономики, а с учетом достаточного симбиоза регуляторных и рыночных механизмов в сфере транспорта [38, 146, 196, 137].

Структура рынка транспортно-логистических услуг в отечественной и мировой экономике представлена такими участниками, как монополии (естественные), олигополии, предприятия рыночной экономики [137, 89]. Причем

монопольные секторы представлены крупными предприятиями холдингового типа или предприятиями, контролирующими отдельные сегменты рынка, такие как трубопроводный транспорт. Для транспортной науки анализ таких предприятий не представляет особых проблем, за исключением сегментации рынка и формирования тарифной политики, от которых зависит их доля рынка. Такая «изолированность» позволяет предприятиям формировать самостоятельную научно-техническую и экономическую политику, позволяющую сохранять и «защищать» им свой рынок.

Научный и практический интерес представляет формализация активностей агентов рынка, находящихся во взаимодействии друг с другом и с рынком в целом, с целью определения потенциальных трендов их развития, процессов перемещения капитала как фактора обеспечения роста сегментов рынка и направленных на снижение транспортно-логистических издержек [38, 19, 84].

Совокупность факторов, определяющих уровень и эффективность взаимодействия агентов в конкурентных сегментах транспортно-логистического рынка, можно разделить на следующие группы:

- основной капитал (мощности), задействованный в реализации безубыточной деятельности предприятия (-ий);
- прозрачность и доступность рынка (различных сегментов рынка) транспортных услуг для проникновения капитала;
- уровень конкуренции в сегменте рынка транспортной, транспортно-технологической и логистической деятельности, комплексность услуг;
- рентабельность основного капитала на транспортно-логистическом рынке по видам деятельности и в экономике в целом;
- рентабельность деятельности агентов транспортно-логистического рынка;
- прозрачность рынка для международной интеграции;
- рентабельность транспортно-логистической деятельности в мировой экономике и др.

Ключевым условием динамичного развития транспортных, транспортно-технологических и логистических услуг является возможность перемещения

капитала внутри отрасли и между отраслями для обеспечения устойчивого развития экономики в целом [38, 128, 168].

Основные виды активности агентов на рынке транспортно-логистических и транспортно-технологических услуг:

- включение (приход) новых агентов на рынок за счет эффективности капитала на сегменте рынка;
- исключение (уход, увод) капитала из других сегментов рынка транспортно-логистических услуг;
- полное исключение (уход, увод) капитала из рынка транспортно-логистических услуг в другие отрасли (сегменты рынка);
- поглощение (объединение) капитала агентов;
- кооперация и сотрудничество, предполагающие передачу части прибыли от одного агента к другому в логистических цепях организации производства и транспортно-логистических услуг и др.

Одной из динамичных активностей операторов на рынке транспортно-логистических услуг можно считать организационно-правовую реструктуризацию бизнеса для увеличения прибыльности и устойчивости в условиях изменяющейся нормативно-правовой среды [84, 196]. Такая активность тесно связана с условиями государственного регулирования рынка (например, налоговое окружение), которое сложно формализовать в силу зависимости от сферы деятельности, масштаба предпринимательства (капитала), доли предприятий, занимающихся налоговым планированием и других факторов.

Иерархия и масштаб изменений (активностей), как правило, происходят от простых (локальных) к сложным (кардинальным), от изменений на конкретном сегменте рынка до глобальных изменений, связанные с потоками капитала между отраслями и в мировой экономике, зависящие от существующего «дисбаланса» в эффективности капитала в отраслевом разрезе, доступностью рынков для капитала, особенностями реализации транспортно-технологических решений.

Ключевыми особенностями транспортно-логистической сферы деятельности, на наш взгляд, являются нескладируемость транспортно-

логистических услуг, сильная зависимость от грузообразующей базы экономики, объема транзита, потребности в распределенных в пространстве активах (особенно для железнодорожного и трубопроводного транспорта), сильная взаимозависимость агентов рынка при реализации сквозных комплексных цепей грузопотоков. Именно эти особенности формируют ограничения на активности агентов, возможности по диверсификации бизнеса агентами транспортно-логистического рынка.

Модель эффективности функционирования агентов в реализации транспортно-технологических процессов (активностей) описывается следующей детерминированной моделью: каждый агент рынка реализует свой функционал для перевозок (оказания транспортно-логистических услуг) с использованием некоторого накопленного капитала. Пусть каждый агент может освоить (реализовать) объем работы $V_i(W_i)$, зависящий от объема капитала W_i , причем известны $\underline{W}_i$ – минимальный объем капитала, который обеспечивает участие (вхождение) агента на рынок (безубыточность деятельности). Естественно предположить монотонно (или ступенчато) возрастающий вид функции $V_i(W_i)$, аналогичный представленному на рисунке 2.11 [86].

$$V_i(W_i) = a_i (W_i - \underline{W}_i) + b_i (W_i - \underline{W}_i)^{c_i}, \quad (2.1)$$

где a_i, b_i, c_i – неотрицательные параметры.

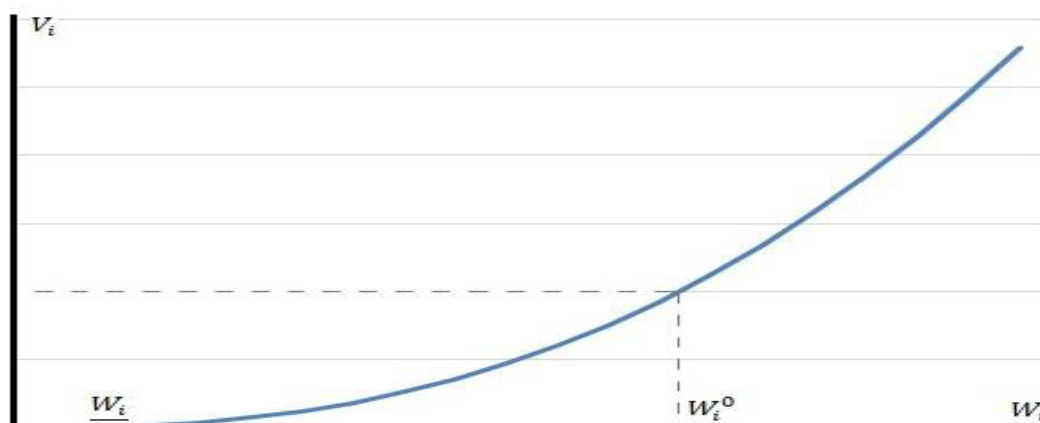


Рисунок 2.11 – Вид функции $V_i(W_i)$ [86]

(V_i^0, W_i^0) определяет точку безубыточности агента.

Рост доходов $P_i(V_i)$ в зависимости от объема работы имеет нелинейный монотонно возрастающий вид. Затраты $Z_i(V_i)$, связанные с реализацией объема транспортных услуг V_i , будут иметь вид монотонно возрастающей выпуклой вверх функции (рисунок 2.12).

$$Z_i(V_i) = d_i^z V_i - e_i^z \log(V_i + v_0^z). \quad (2.2)$$

Неотрицательные параметры d_i^z, e_i^z, v_0^z в зависимости (2.2) можно определить по эмпирическим данным. Для оценки используется метод нелинейного регрессионного анализа. Аналогичный подход применялся в работах [208, 209, 49, 68] и базируется на теоретических предпосылках о наличии эффекта масштаба в операторской деятельности [172, 176, 190].

Вид функции $P_i(V_i)$ может быть схожим (2.2), за исключением направления и темпов роста.

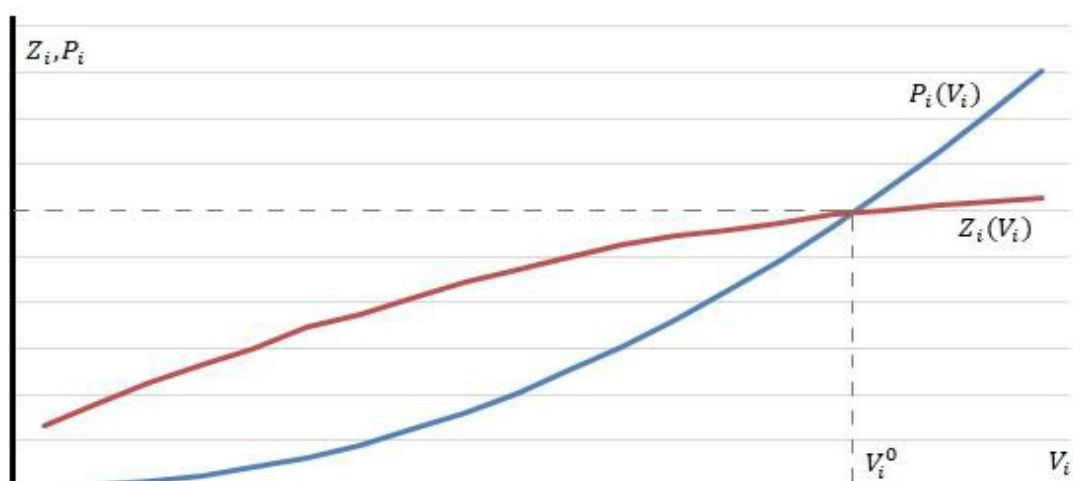


Рисунок 2.12 – Вид функции $Z_i(V_i), P_i(V_i)$ [86]

$$P_i(V_i) = d_i^p V_i + e_i^p \log(V_i + v_0^p), \quad (2.3)$$

Параметры d_i^p, e_i^p, v_0^p в (2.3) также можно определить по эмпирическим данным.

Естественно предположить, что V_i^0 , определяемый из уравнения

$$Z_i(V_i) = P(V_i), \quad (2.4)$$

соответствует (совпадает) с точкой (V_i^0, W_i^0) , определяющей минимальный объем капитала для безубыточности функционирования агента транспортного рынка.

Привлекательность отдельного сегмента рынка транспортно-логистической деятельности может определяться относительным индикатором эффективности – рентабельностью затрат и капитала (2.5):

$$Ip_i = \frac{P_i(V_i) - Z_i(V_i)}{Z_i(V_i)}, Iw_i = \frac{P_i(V_i) - Z_i(V_i)}{V(W_i)}. \quad (2.5)$$

Процесс перемещения капитала по видам деятельности определяется средними показателями – индикаторами эффективности рынка транспортно-логистических услуг (2.6):

$$Ip^E = \frac{\sum_i P_i(V_i) - \sum_i Z_i(V_i)}{\sum_i Z_i(V_i)}, Iw^E = \frac{\sum_i P_i(V_i) - \sum_i Z_i(V_i)}{\sum_i V_i(W_i)}. \quad (2.6)$$

Пусть также известны Ip^E и Iw^E – значения индикаторов, аналогичные (2.6) для экономики в целом.

Естественно предположить, что при выполнении условия (2.7)

$$Ip_i < Ip^E, \quad (2.7)$$

капитал, создаваемый i -м агентом транспортно-логистического рынка, будет «уходить в экономику» на следующем плановом этапе, если нет ограничений на перемещение капитала (это имеет место в условиях идеального рынка). При этом должно иметь место выполнение требования на наличие спроса на свободный капитал на рынке. Можно предположить также перемещение капитала внутри

транспортно-логистического рынка, если выполняется условие, аналогичное (2.7), т. е. существует агент j , который имеет более высокую прибыльность (2.8):

$$Ip_i < Ip_j. \quad (2.8)$$

Допуская свободное движение капитала на рынке, логично потребовать выполнение более жестких условий (2.9, 2.10),

$$Ip_i \ll Ip^E, Ip_i \ll Ip_j \quad (2.9)$$

или

$$Ip_i \leq Ip^E - \Delta_{pi}^E, Ip_i \leq Ip_j - \Delta_{pi}^j. \quad (2.10)$$

Переход агента от одной сферы предпринимательства к другой происходит при относительно больших значениях $\Delta_p^E > 0$ или $\Delta_p^i > 0$. Безусловно, уход капитала может происходить и в случае $Ip_i < 0$ (отрицательном индексе прибыльности). В то же время, с учетом специфики деятельности агентов транспортно-логистического рынка, возможна кооперация капитала – поддержка агентов с низкой доходностью, если они участвуют в логистических цепях организации грузопотоков без альтернативы привлечения иных агентов рынка.

Пусть $M_c \subseteq \|i\|$ – подмножество агентов, участвующих в логистической цепи. Технологически, экономически и финансово устойчивым является логистическая цепь, если для I_{M_c} :

$$I_{M_c} = \frac{\sum_{i \in M_c} P_i(V_i) - \sum_{i \in M_c} Z_i(V_i)}{\sum_{i \in M_c} Z_i(V_i)}, \quad (2.11)$$

выполняются условия, аналогичные (2.10):

$$I_{M_c} \leq Ip^E - \Delta_p^E, \quad (2.12)$$

Общий алгоритм реализации активности агента на транспортно-логистическом рынке включает реакцию на свое состояние в отношении к рынку транспортно-логистических услуг и экономике в целом (таблица 2.3).

Динамика активностей агентов в среднесрочной перспективе может иметь переходы вида:

1. Развитие агента на рынке транспортных услуг: конечная активность P1. Возможные реализации (переходы) активностей: P1, P2 → P1, P3 → P2 → P1.

2. Сохранение рыночных позиций на рынке: конечная активность P2. Возможные реализации (переходы) активностей: P2, P3 → P2, P4 → P3 → P2.

Таблица 2.3 – Активности агентов и условия их реализации

Обозначение и содержание активности	Условия реализации
P1. Диверсификация свободного капитала для повышения технологической и финансовой устойчивости	Выполняется условие $I_{pi} < I_p^E$
P2. Самостоятельное и устойчивое функционирование на рынке, повышение присутствия собственного капитала на рынке	Выполняется условие $I_{pi} > I_p^E$
P3. Вступление в кооперацию с другими агентами рынка для сохранения капитала на текущем рынке и повышение устойчивости	Существует M_c , для которой выполняется $0 < I_{pi} < I_{M_c}$
P4. Вхождение своим капиталом в функционал других агентов (поглощение, слияние), то есть ликвидация агента как самостоятельной бизнес-единицы	Выполняется условие $I_{pi} < 0$, существует M_c , $\{i\} \in M_c$ и $0 < I_{M_c}, I_{M_c} > I_p^E$
P5. Ликвидация деятельности агента на рынке в связи с низкой доходностью	Выполняется условие $I_{pi} < 0$ и не существует M_c , такой что $\{i\} \in M_c$ и $I_{M_c^{i-}} < I_{M_c}$, где $M_c^{i-} = M_c - \{i\}$

3. Вступление в кооперацию с другими агентами рынка: конечная активность P3. Возможные реализации (переходы) активностей: P3, P4 → P3.

4. Сохранение своего присутствия на рынке: конечная активность P4. Возможные реализации (переходы) активностей: P4, P3 → P4.

5. Уход с рынка (ликвидация): конечная активность P5. Возможные реализации (переходы) активностей: P5, P4 → P5.

Реализуемость активностей агентов транспортно-логистического рынка в среднесрочной перспективе доказывается численным экспериментом изменения объема работы агентов V_i , который в простейшем случае можно вычислять $V_i = \alpha_i V$, где V – общий объем транспортной работы (грузовая база), характером зависимостей (2.1)–(2.3), обеспечивающих изменение экономической устойчивости агентов.

Простейшие модели активностей агентов транспортно-логистического рынка могут быть реализованы на относительно изолированных сегментах рынка. Активности, связанные с взаимной поддержкой агентов на рынке, находят применение на практике. Примерами такого сотрудничества могут послужить создание корпоративных сообществ, объединений, консорциумов и холдингов в сфере транспортно-логистических услуг. Причем естественное разделение сфер деятельности на высокодоходные и низкодоходные объективно требует поддержки (финансовой, экономической и технологической) вторых за счет средств первых.

На железнодорожном транспорте доминирующим агентом выступает ОАО «РЖД», которое контролирует значительное число аффилированных структур – дочерних и зависимых обществ, созданных для выполнения отдельных видов деятельности. Однако, несмотря на их финансовую устойчивость, эффективность деятельности самой материнской компании в ряде сегментов перевозочного процесса остаётся низкой, что во многом обусловлено высокими издержками на содержание инфраструктуры и жестким государственным регулированием тарифов. Это создает предпосылки для ухода капитала из низкорентабельных направлений перевозок, поскольку независимые операторы не всегда могут компенсировать свои затраты в условиях ограниченной гибкости ценообразования.

2.3 Трансформация деятельности операторских компаний в условиях системных изменений

2.3.1 Транспортно-логистические системы в условиях системных изменений

Изменения на рынке транспортно-логистических услуг имеют отношение как в целом к рынку, так и к конкретному предприятию. Исследование проблем трансформации рынка начинается с концептуального анализа системы, классификации и систематизации изменений. Транспортно-логистическая система имеет целью удовлетворение потребностей конечного потребителя в продукции с определенными требованиями к стоимости, периоду времени, объему потребления, с решением вопросов эффективной организации материальных и сопутствующих потоков [128]. Хотя понятийный аппарат логистики и управления цепями поставок включает в себя процесс «транспортировки» и транспортную отрасль в целом, нами транспорт рассматривается как ключевая функциональная область логистики, влияющая на все этапы организации логистических цепей.

В общем логистическая система, в концепции реализации логистических цепей материальных потоков, включает этапы переработки материального потока (производственные логистические цепи) и этап дистрибуции продукции для доведения его до конечного потребителя [128]. Формализованная модель логистической цепи в логистической системе представляет собой совокупность звеньев: «добыча» (первичного) сырья, транспортировка, производство и переработка потока, складирование (промежуточное накопление), распределительные центры (концентраторы материальных потоков), оптовые и розничные склады и конечное потребление продукции (рисунок 2.13).

Трансформация логистических систем может быть представлена «выпадением» из логистических цепей одного или нескольких звеньев, требующих в конечном счете организации новой транспортно-логистической цепи (как правило, с увеличением издержек) [86]. При этом возможна полная «потеря» логистической цепи из-за исключения из нее первичных звеньев.

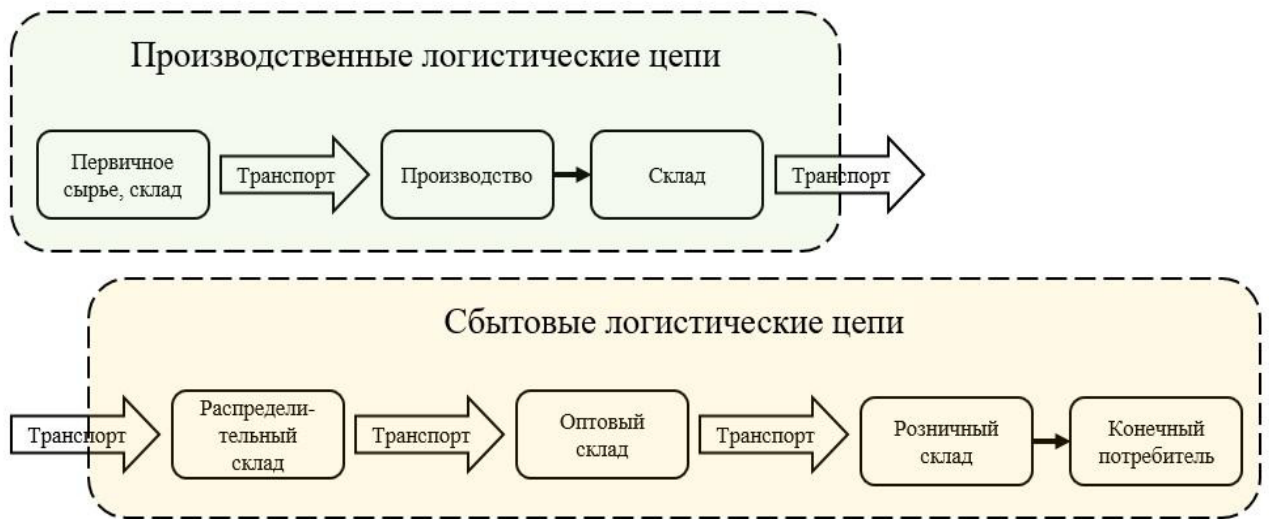


Рисунок 2.13 – Формализованная модель логистической цепи [150]

Возможны локальные и глобальные трансформации логистических цепей.

К локальным можно отнести изменения функциональной мощности элемента или звена логистической цепи, которые можно восстановить с помощью замены «смежными» элементами логистической цепи или включением других агентов с аналогичным функционалом для компенсации потерь [3]. При этом следует исходить из возможности восстановления логистических цепей в таких условиях, как отказ элемента, изменение мощности элемента цепи, изменение характера работы (производства, технологических процессов, включая транспортные), «потеря» элемента или фрагмента цепи и др.

Изменения глобального характера требуют процедур от восстановления фрагмента логистической цепи с помощью привлечения новых агентов до формирования новой логистической цепи в интересах конечного потребителя [88]. В этом случае необходимо определить типовые функциональные связи между элементами логистической цепи (таблица 2.4).

В обобщенном виде можно выделить три центра «компетенций» в реализации логистических цепей: добыча (первичная переработка) или переработка потока (производство); хранение и преобразование потока по форме, направлению и характеру движения; непосредственное перемещение потока (транспортировка). Эти компетенции ориентированы на удовлетворение спроса на

конечное потребление, которое, безусловно, является главным драйвером организации материального потока в логистических системах.

Таблица 2.4 – Функциональные связи между элементами логистических цепей

№ п/п	Элемент, звено цепи, обозначение	Смежный элемент, звено цепи	Сущность связи
1	Сырье (С)	Транспорт	Возможность доставки до следующего звена
		Производство	Достаточность для обеспечения производства
		Склад	Возможность накопления без потери качества
2	Транспорт (Т)	Склад	Наличие связи с предприятиями транспорта
		Производство	Внутрипроизводственные технологические процессы
		Распределительный центр	Обеспечение связи между распределительными центрами
3	Производство (П)	Продукт	Возможности по выпуску продукта в заданных объемах
		Сырье	Наличие (возможность) доставки сырья
		Транспорт	Пути сообщения для обеспечения нужд производства
4	Склад (Скл)	Производство	Достаточность складов для обеспечения непрерывности производства в условиях неустойчивости потоков
		Транспорт	Терминальные операции на складе
5	Распределительный центр (РЦ)	Производство	«Загрузка» распределительного центра объемом потока (продукта)
		Транспорт	Терминальные операции на складе – распределительном центре данным видом транспорта
		Оптовый склад	Организация взаимодействия для реализации потока
6	Оптовый склад (ОС)	Распределительный центр	Организация взаимодействия при реализации материального потока
		Транспорт	Возможность операций с данным видом транспорта
		Розничный склад	Организация взаимодействия для реализации потока
7	Розничный склад (РС)	Транспорт	Возможность операций с данным видом транспорта
		Оптовый склад	Организация взаимодействия для реализации потока
8	Конечный потребитель (КП)	Транспорт	Возможность операций с данным видом транспорта
		Розничный склад	Возможность по организации взаимодействия для реализации потока

В экономике и менеджменте процессы трансформации определяются категориями «реформирование», «перепроектирование», «реструктуризация», «реинжиниринг» [151].

К фундаментальным изменениям, требующим новых парадигм развития, относятся процессы, которые обусловлены системными противоречиями развития субъекта управления во внешней среде, требующими реформирования. Реформирование – долгосрочный процесс трансформации социально-экономических, производственных и организационно-правовых отношений в экономике, которые объективно обусловлены макроэкономическими изменениями в национальной экономике. Процессы реформирования в логистических системах могут относиться к крупным подсистемам, таким как «железнодорожный транспорт», представляющий крупную самостоятельную единицу в организации материальных потоков и имеющий собственную архитектуру организации и управления.

Наименее ресурсоемким является процесс «перепроектирование» – изменение структуры связей и элементов логистических цепей организации материальных потоков. Процесс перепроектирования связан с изменениями мощностей элементов логистических цепей, технологий организации связей.

Как известно, реструктуризация – это целенаправленное изменение структуры компании и входящих в нее элементов для повышения эффективности бизнеса, которое направлено на проведение качественных изменений преимущественно внутри системы, изменение элементов и звеньев логистической цепи без трансформации видов связей, участников (агентов), входящих в нее с целью повышения эффективности логистической системы. Типовые действия над объектом исследования при реструктуризации, их цели и задачи представлены в таблице 2.5.

В отличие от реструктуризации, реинжиниринг, по М. Хаммеру, – это радикальное переосмысление и перепроектирование деловых процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений главных современных

показателей деятельности компании, таких как стоимость, качество, сервис и темпы.

Таблица 2.5 – Модели реструктуризации, задачи и их содержание

Действие (обозначение)	Место реализации, достигаемые цели, решаемые задачи
Объединение (РсО)	Структурные подразделения – обеспечивает концентрацию ресурсов, сокращение транзакционных издержек компании или диверсификацию технологических и логистических процессов разных компаний в одну общую. Логистические компании – преимущественно для использования известного бренда (франшизы) в реализации логистических функций и процессов, для снижения транзакционных издержек либо для получения эффекта масштаба от объединения активов. Элементы логистических цепей – создание нового логистического продукта, сокращение логистических издержек
Разделение (РсР)	Структурные подразделения – для повышения эффективности управления, возможностей по организации взаимодействия при реализации материального потока. Предприятия – хеджирование рисков, диверсификация логистической деятельности, технологический или промышленный аутсорсинг. Логистические функции предприятия – обеспечение гибкости и мобильности логистических процессов, снижение рисков
Переформатирование (РсП)	Переформатирование («перепрограммирование») логистических процессов – сокращение логистических издержек за счет устранения коллизий в цепях поставок
Аутсорсинг (РсА)	Аутсорсинг внутренних процессов – переподчинение ответственности внутрипроизводственных операций между подразделениями для снижения издержек

Реинжиниринг используется для качественных изменений, связанных с изменениями внешней среды. Требует преимущественно пересмотра концепции организации логистических цепей, включая участников (агентов), видов связи между ними, логистических технологий и процессов, включая вопросы контрактной логистики, логистического сервиса, информационного и финансового сопровождения взаимодействия между ними (таблица 2.6).

Выбор конкретной модели трансформации логистической системы диктуется конкретно-историческими и экономическими условиями.

Таблица 2.6 – Модели реинжиниринга, задачи и их содержание

Вид реинжиниринга (обозначение)	Задачи, описание
Эволюционный (РеЭ)	Направлен на выявление качественных изменений во внешней среде по отношению к логистической системе и их учет в деятельности предприятий и организаций, формирующих данную логистическую систему
Кризисный (РеК)	Используется в условиях возникновения качественных изменений внешней среды, формирующих новые условия и требования к логистической системе и требующих безотлагательных действий по поддержанию и развитию бизнеса в новых условиях. Инструментарии, механизмы и методы его реализации диктуются объемом и характером изменений внешней среды и ее влиянием на логистику
РевOLUTIONный (РеР)	Используется как реакция на трансформацию экономики и (или) экономических отношений в макро-, мезоэкономике. Требуется опережающего (по возможности) принятия решений для сохранения логистической системы (логистических цепей) в экономике соответствующего уровня для её поддержания в новых условиях. Задача для логистической системы – обеспечение гибкости и мобильности системы для поступательного развития с экономикой соответствующего уровня с сохранением как минимум безубыточности

Формализованная модель логистической цепи как ключевого элемента логистической системы с позиций экономико-математического моделирования и моделирования потоковых процессов имеет следующий вид.

В пространстве (сети) есть пункты, имеющие потребности в некотором наборе продуктов (сырья, полуфабрикатов) K ($k = 1, 2, \dots, K$), определяющие материальные потоки. Известны пункты генерации (добычи, переработки) материальных потоков в количестве N ($i = 1, 2, \dots, N$). Для переработки используются R видов ресурсов, сосредоточенных в N пунктах. Пункты соединены транспортными коммуникациями P видов ($p = 1, 2, \dots, P$).

В каждом пункте i происходит преобразование входящего потока продукта вида k объемом S_i^{k+} на поток S_i^k , остающийся в пункте i на потребление (спрос на продукт в этом пункте), и на поток S_i^{k-} , исходящий из пункта i . В пунктах сосредоточены ресурсы для преобразования потоков $W_i = (w_i^1, w_i^2, \dots, w_i^R)$, w_i^r – объем ресурса r -го вида в пункте i , используемый для переработки потока.

Транспортные коммуникации вида p между пунктами i и j имеют предельные мощности, позволяющие реализовать (перемещать, транспортировать) материальный поток – D_{ij}^{pk} , и известны ρ_{ij}^{pk} – потребность единиц мощности транспортных коммуникаций вида p между пунктами i и j для реализации (перемещения) единицы продукта k -го вида.

Известны также:

γ_i^{rk} – потребность единицы ресурса вида r для переработки потока k в пункте i ;

c_{ij}^{kp} (γ_{ij}^{kp}) – (стоимость) потребность единицы пропускной способности направления из пункта i в пункт j по транспортным коммуникациям вида p ;

$y_i^{k_1 k_2}$ – объем продукта вида k_1 , направленный на получение продукта k_2 в i -м пункте;

$\alpha_i^{k_1 k_2}$ – доля единицы продукта вида k_1 , обеспечивающая получение единицы продукта k_2 в i -м пункте;

$c_i^{k_1 k_2}$ – стоимость переработки единицы продукта вида k_1 для получения продукта k_2 в i -м пункте.

Стоимостной критерий эффективности логистических процессов в логистической системе будет определяться в зависимости от распределения потока по пунктам (узлам) сети, варианту его переработки (трансформации) и стоимости реализации потока по транспортным коммуникациям.

Критерий минимума совокупных издержек (интегральных затрат) для логистической системы является одним из главных, определяемых на базе x_{ij}^{pk} – объема потока k -го вида из пункта i в пункт j по транспортным коммуникациям вида p , и $y_i^{k_1 k_2}$ – объема переработки продукции в узлах сети. При этом ограничения выступают условия сохранения потока по узлам сети, условия удовлетворения потребности конечных потребителей продуктом соответствующего вида, условие выполнения достаточности ресурсов для реализации потока по узлам и звеньям логистической цепи. По типологии

формализованной модели задачу можно отнести к задачам балансового типа в сетевой постановке.

Целевая функция открытой транспортной задачи имеет вид:

$$\min_{\|x_{ij}^{pk}\|, \|y_i^{k_1k_2}\|} \{ \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^K \sum_{p=1}^P c_{ij}^{pk} x_{ij}^{pk} + \sum_{k_1=1}^K \sum_{k_2=1}^K \sum_{i=1}^N c_i^{k_1k_2} y_i^{k_1k_2} \}, \quad (2.13)$$

при ограничениях:

$$S_i^{k-} = S_i^{k+} - S_i^k - \sum_{t=1}^K \alpha_i^{k_1k} y_i^{k_1k}, \text{ для всех } i = 1, 2, \dots, N, k = 1, 2, \dots, K, \quad (2.14)$$

$$\sum_{k=1}^K \rho_{ij}^{pk} x_{ij}^{pk} \leq D_{ij}^p, \text{ для всех } i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, N, p = 1, 2, \dots, P, \quad (2.15)$$

$$\sum_{t=1}^K \gamma_i^{rk} y_i^{tk} \leq w_i^r, \text{ для всех } i = 1, 2, \dots, N, r = 1, 2, \dots, R, \quad (2.16)$$

$$x_{ij}^{pk} \geq 0, y_i^{k_1k_2} \geq 0, \quad (2.17)$$

для всех $i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, N, p = 1, 2, \dots, P, k = 1, 2, \dots, K$.

Ограничения (2.14) определяют «сохранность» потока каждого вида в каждом пункте, (2.15) – ограничения на пропускные способности коммуникаций (логистической сети), (2.16) – ограничения на достаточность мощностей переработки потока каждого вида в каждом пункте, (2.17) – условия неотрицательности величин потока и объемов переработки в пунктах.

В обобщенной постановке присутствуют логистические процессы организации материальных потоков, такие как:

– транспортировка – переменные x_{ij}^{pk} и стоимость (издержки) их реализации c_{ij}^{pk} ;

– производство – переработка потока из одного вида (продукта) в другой вид (продукт), определяемые переменными $y_i^{k_1k_2}$ и соответствующие им издержки $c_i^{k_1k_2}$. Производственные ресурсы (мощности) определяются вектором $W_i = (w_i^1, w_i^2, \dots, w_i^R)$ и ограничением (2.16) на их использование;

– складирование (хранение) – представляется элементом переработки с сохранением объема потока. Все виды складских операций (распределительный центр, оптовый и розничный склад) могут быть представлены в вышеприведенном виде;

– первичное сырье (добыча) – представляется узлом, где исходным элементом потока (продукта) является ископаемое сырье, выходной поток узла – переработанное («добытое») сырье (продукт).

Некоторые типовые варианты трансформации транспортно-логистических систем, представленные в таблице 2.7, демонстрируют их многообразие для анализа и исследования как с позиций экономики и менеджмента, так и с технологических позиций, включая транспортные, а также для экономико-математического моделирования.

Таблица 2.7 – Варианты изменений в транспортно-логистических системах и их классификация

№ п/п	Модели логистических цепей (полужирным – трансформирующиеся элементы)	Модель изменений	Комментарий	Изменяемые параметры модели (2.13)–(2.17)
1	2	3	4	5
1	С-Т-П-Скл-РЦ-ОС-РС-КП	РеР	Изменения связаны с развитием технологий, например, с цифровизацией экономики	Все параметры
2	С-Т-П-Скл-РЦ-ОС-РС-КП	РеК	Подвержены изменениям подавляющая часть звеньев, начиная с С	Практически все параметры
3	С-Т-П-Скл-РЦ-ОС-РС-КП	РеЭ	Один или более звеньев цепи перетерпели изменения (как правило, кроме С)	$y_i^{k_1 k_2}, c_i^{k_1 k_2}, \gamma_i^{rk}, W_i$
4	С-Т-П-Скл-РЦ-ОС-РС-КП	РсО	Объединение двух и более звеньев для снижения издержек (например, функции складов в системе дистрибуции)	$y_i^{k_1 k_2}, c_i^{k_1 k_2}, W_i$

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5
5	С-Т-П-Скл-РЦ-ОС-РС-КП	РсР	Увеличение числа звеньев логистических цепей для обеспечения, например, устойчивости. В представленной схеме это организация производства в нескольких пунктах	$y_i^{k_1 k_2}, c_i^{k_1 k_2}, \gamma_i^{rk}, W_i$
6	С-Т-П-Скл-РЦ-ОС-РС-КП	РсА	Изменения, связанные с элементами организации материальных потоков, например хранение	$y_i^{k_1 k_2}, c_i^{k_1 k_2}, W_i$

Как показывает анализ, вовлеченность в реализацию логистических цепей агентов транспортно-логистического рынка и комплексный подход к их анализу с использованием оптимизационных моделей увеличивает эффективность принимаемых решений, повышает конкурентоспособность экономики.

2.3.2 Модели трансформации деятельности логистического оператора

Операторская деятельность – один из ключевых секторов развития, которая в современной экономике направлена на снижение издержек в сфере обращения. Многообразие форм и видов этой сферы бизнеса формирует вопросы научного обоснования траекторий их развития. Так, по числу и масштабам изменений логистических функций (операций) операторов можно подразделить на локальные, множественные, системные.

Локальная сфера деятельности операторов ориентирована на выполнение отдельных функций, такие как складирование и хранение, производство, транспортировка, снабжения, закупки и другие.

Множественные функции логистических операций, как правило, включают последовательность смежных операций (функции) в логистических цепях. Например, «транспортировка – хранение», «производство – транспортировка – распределение», «склад готовой продукции – транспортировка – распределительный центр».

Системные логистические операторы ориентируются на выполнение полного цикла логистических услуг по продвижению материального потока от начального этапа его зарождения до конечного потребления.

Разнообразие спроса на мировом транспортно-логистическом рынке предоставляет операторам вариативность направлений развития своих бизнес-процессов для расширения ассортимента предоставляемых услуг, а также инициации новых участников на рынке для реализации локальных бизнес-процессов. Данная ситуация способствует развитию конкуренции на рынке, что выражается в свободном доступе на рынок новых участников, а также появлением альтернативных вариантов решения разнообразных задач, возникающих в процессе реализации транспортно-логистической деятельности [61, 76]. Алгоритмом повышения экономической и технологической устойчивости компании на рынке может выступать диверсификация. Она позволяет повысить эффективность использования активов, а также повысить гибкость компании в условиях изменения внешней среды.

Изменения внешней и внутренней среды логистического оператора требуют рассмотрения моделей трансформации его деятельности. Определенную сложность представляют системные изменения логистической деятельности, то есть изменения, влияющие на деятельность двух или более хозяйствующих субъектов в цепях поставок. Такие субъекты по форме вовлекаемых средств для реализации транспортно-логистических процессов можно классифицировать на компании с реальным активами и без реальных активов. С точки зрения оценки рисков для капитала в условиях изменения внешней среды компании без собственных активов имеют большую гибкость, так как реализуют свои услуги через договорную деятельность. Мировой опыт развития логистических компаний имеет множество успешных примеров эффективного управления цепями поставок с использованием логистических посредников (3PL). Наличие собственных активов позволяет четко определить потенциал возможностей компании, а также ее способность использования диверсификации услуг.

История развития логистического провайдинга (аутсорсинга) для компании

эволюционирует от модели 1PL к 5PL, которая ускоряется за счет технологических инноваций организации взаимодействия субъектов в цепях поставок, а также возможностей консолидации (вовлечения) капитала в логистическую сферу деятельности [86, 4].

Экономическая целесообразность для обеспечения гибкости деятельности при изменениях внешней и внутренней среды диктует подход к реализации новаций от малозатратных и ресурсосберегающих к фондоемким и инфраструктурным решениям. Первые относятся к категории организационно-технологических решений по изменению управления технологическими и логистическими процессами предприятия, совершенствованию структуры и внедрению малозатратных цифровых и интеллектуальных технологий. К фондоемким относятся решения от изменения структуры активов до диверсификации видов деятельности, вхождение на новые рынки логистических услуг.

Методологическая основа принятия решений по стратегии развития логистического предприятия включает аналитические, статистические, экспертные, имитационные и другие модели и методы, различающиеся как по постановке целей, так и по формам реализации с учетом возможностей информационного обеспечения.

Таким образом, экономические и формализованные модели трансформации бизнеса логистического оператора представляют самостоятельную задачу исследования.

Несмотря на многообразие методологических подходов к моделированию логистических процессов, систем и оптимального планирования работы логистических операторов, целевые функционалы вместе с концептуальной моделью объекта исследования таких задач определяют информационный базис принятия решения и результирующее воздействие на субъекты рынка. Приведенная классификация изменений в логистических системах для локальных, множественных и системных изменений представляет не претендующие на полноту следующие типы экономико-математических моделей без разделения на

динамические и стохастические варианты [52, 86, 4, 5, 113, 104]:

- М1 – Модели оптимального размещения и развития производств;
- М2 – Задачи синтеза сетей;
- М3 – Транспортно-экономические балансы;
- М4 – Распределительные модели (задачи) производственно-транспортного планирования;
- М5 – Модели транспортного планирования;
- М6 – Модели развития транспортной системы в сетевой постановке;
- М7 – Модели транспортных балансов;
- М8 – Модели маршрутизации перевозок;
- М9 – Задачи выбора оптимального вида транспорта;
- М10 – Определение оптимальной мультимодальной схемы транспортировки;
- М11 – Модели оптимального планирования производств;
- М12 – Задачи размещения складских комплексов;
- М13 – Модели оптимальной организации складской работы;
- М14 – Многоэтапные транспортно-распределительные задачи.

Распределение использования представленных моделей на локальные, множественные или системные изменения, представленное на рисунке 2.14, показывает разнообразие вариантов экономико-математической постановки задач и их целевой ориентации на решение задач с локализацией интересов агентов логистического рынка, включая логистических операторов.

В обобщенном виде информация для постановки и решения задач в логистической сфере включает следующие массивы:

- И1 – Номенклатура продукции в производственно-логистической системе;
- И2 – Пункты производства и мощности объемов производства;
- И3 – Пункты потребления и объемы потребления;
- И4 – Пункты промежуточного хранения и переработки материального потока;
- И5 – Структура транспортно-логистической сети: пункты переработки потока, пропускные способности направлений и участков, формы перемещения потока (виды транспорта);

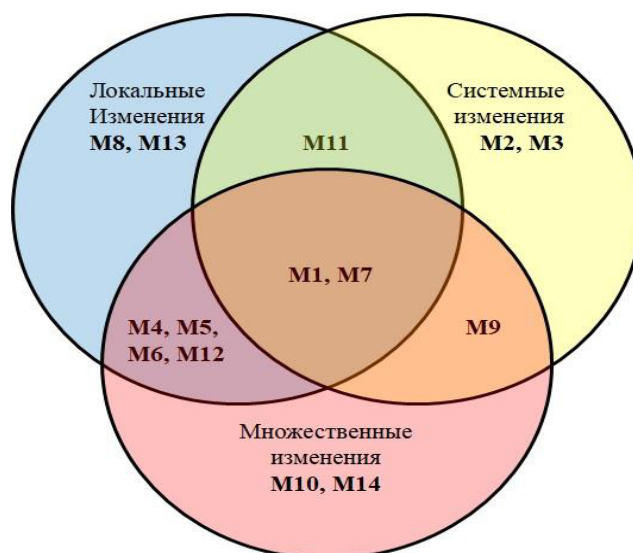


Рисунок 2.14 – Распределение моделей для решения задач в условиях локальных, множественных и системных изменений

I6 – Потенциальные возможности по развитию мощностей узлов транспортно-логистической сети и потребные ресурсы для этих целей;

I7 – Потенциальные возможности по развитию мощностей пунктов производства и переработки материального потока и потребные ресурсы для этих целей;

I8 – Стоимостные параметры по реализации производственных и транспортно-логистических процессов на сети, приведенные на единицу продукции (потока) – потребности в ресурсах.

Варианты модельно-методических подходов исследования и оптимизации субъектов логистических систем в условиях изменений можно также распределить по следующим категориям, определяемым глубиной и качеством изменений [61, 104, 150, 111, 79]:

- модели оценки и формирования новых транспортно-логистических связей;
- модели оптимального распределения материальных потоков в условиях изменений;
- модели оптимизации реализации потоковых процессов в локальных звеньях цепей поставок.

С другой стороны, бизнес логистического оператора связан с конкретным сегментом рынка услуг степенью влияния на него изменений и его возможностями к трансформации бизнеса. Систематизация внешних и внутренних изменений для целей моделирования и оптимизации логистического оператора представлена в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Внешние и внутренние изменения транспортно-логистической деятельности предприятия (оператора)

Область изменений	Характер и качество изменений	Виды, параметры и содержание отражаемых изменений в моделях управления
1	2	3
Изменения внутренней среды (логистический оператор)		
Инфраструктура логистического оператора	Объем и мощности; Специализация; Мобильность; Гибкость	LI1. Основные фонды и их структура; LI2. Мощность, производительность фондов; LI3. Наличие потенциала развития мощностей производства (услуг); LI4. Виды деятельности; LI5. Возможности диверсификации географии рынка услуг; LI6. Возможности диверсификации видов деятельности на рынке логистических услуг
Бренд и человеческий капитал логистического оператора	Узнаваемость; Компетенции; Долгосрочные контракты; Стратегические партнеры; База клиентов (контрагентов)	BI1. Присутствие на всех сегментах рынка; BI2. Число видов логистических услуг на рынке; BI3. Положительные тренды во всех видах логистических услуг; BI4. Контракты с агентами рынка с высоким рейтингом; BI5. Наличие устойчивого портфеля заказов на планируемый период; BI6. Неубывающая по объему клиентская база получателей услуг (контрагентов)
Изменения внешней среды (логистический рынок)		
Объемные и качественные изменения	Объемы потоков; Структуры потоков; Изменения в номенклатуре и объемах производства; Изменения в номенклатуре и объемах потребления	VI1. Основные фонды и их структура; VI2. Мощность, производительность фондов; VI3. Виды деятельности; VI4. Возможности диверсификации географии рынка услуг; VI5. Возможности диверсификации видов деятельности на рынке логистических услуг

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3
Инфраструктура логистической системы	Ограничения в товаро- (грузо-) проводящей сети; Исключение, прибавление элементов сети; Существенное (кратное) изменение параметров элементов сети	П1. Пропускные способности транспортной сети; П2. Мощности пунктов хранения (распределения); П3. Новые элементы и (или) модернизация существующих элементов логистической системы
Системообразующие агенты логистического рынка	Изменения на логистическом рынке по ключевым агентам; Рост активности субъектов рынка	S1. Изменения типологии рынка; S2. Уход (приход) новых логистических операторов
Макроэкономическая среда деятельности логистических операторов	Изменение нормативно-правовой среды; Макроэкономические изменения, влияющие на национальную экономику	G1. Существенное регулирование ценовой (тарифной) политики; G2. Ограничения, влияющие на реализацию логистических потоков (санкции, преференции)

Без формализованного представления вышеприведенных моделей изменений логистического рынка M1–M14 их состав параметров и информационное заполнение имеет вид, представленный в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Состав параметров и выходных данных по моделям

Обозначение модели	Изменения и параметры, отражаемые в модели	Информационные массивы модели
1	2	3
M1	LI2, LI3, LI6, VI1, VI4, VI5, П1, П3	I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8
M2	LI2, LI3, VI1, VI2, П1, П2, П3, SI1, GI2	I2, I3, I5, I7, I8
M3	LI1, LI2, LI3, LI6, VI1, VI2, VI3, VI4, VI5, П2, П3, GI1, GI2	I1, I2, I3, I4, I5, I7, I8
M4	LI4, LI6, BI1, BI2, VI2, VI3, VI4, П1, П2, П3	I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3
M5	LI2, LI5, LI6, VI2, II1	I2, I3, I4, I5, I8
M6	LI2, LI5, LI6, VI2, II1	I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8
M7	LI1, LI2, VI1, VI2, VI3, VI4, VI5, II1, II2, SI1	I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8
M8	LI2, LI5, LI6, VI2, II1	I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8
M9	LI1, LI2, LI3, LI4, LI5, LI6, BI1, BI2, BI3, BI4, BI5, BI6, VI1, VI2, VI3, II1, II2, GI1	I2, I3, I4, I5, I8
M10	LI1, LI2, LI3, LI5, LI6, BI1, BI2, BI4, BI5, BI6, VI1, VI2, VI3, II1, II2, SI1, SI2, GI1	I2, I3, I4, I5, I8
M11	LI2, LI3, LI4, VI1, VI2, VI3, II1, II2, GI1	I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8
M12	LI2, LI3, LI4, VI1, VI2, VI3, VI4, VI5, II1, II2, II3, SI1, GI2	I1, I2, I3, I4, I5, I8
M13	LI4, BI2, BI4, BI5, BI6, VI1, VI3, II2, GI1	I1, I8
M14	LI4, LI6, BI1, BI2, VI2, VI3, VI4, II1, II2, II3	I2, I3, I4, I5, I8

Проведя анализ состава и информационное заполнение представленных моделей, можно выделить наиболее релевантные. Для диверсификации важны модели, которые:

- учитывают возможности диверсификации видов деятельности (LI6) и географии услуг (LI5);
- охватывают широкий спектр изменений внешней и внутренней среды;
- работают с комплексными информационными массивами (II1–II8);
- позволяют анализировать новые рынки, виды услуг, географию присутствия.

При этом необходимо учитывать ограничения железнодорожной транспортно-логистической системы при выборе (таблица 2.10).

Таблица 2.10 – Критериальный анализ моделей

Модель	Оценка
1	2
M1	Учитывает LI6 и LI5; Широкий охват информационных массивов (II1–II8); Анализирует развитие мощностей и новые возможности

Продолжение таблицы 2.10

1	2
M2	Не содержит явного указания на LI5 и LI6; Фокусируется на инфраструктурных изменениях
M3	Содержит LI6 и LI5; Широкий охват информационных массивов (I1–I8); Учитывает макроэкономические изменения (GI1, GI2)
M4	Содержит LI6; Ориентирована на распределение потоков, а не на диверсификацию
M5 и M6	Содержат LI5 и LI6; Фокусируются на транспортной инфраструктуре
M7	Нет явного указания на LI5 и LI6; Акцент на балансовых показателях
M8	Содержит LI5 и LI6; Узкоспециализирована на маршрутах
M9	Содержит LI4–LI6; Учитывает BI1–BI6; Широкий охват изменений
M10	Содержит LI5, LI6, BI1, BI2; Учитывает системные изменения (SI1, SI2); Работает с комплексными информационными массивами
M11	Нет явного акцента на диверсификации
M12	Содержит VI4, VI5; Фокусируется на складских мощностях
M13	Не содержит LI5 и LI6; Узкоспециализирована
M14	Содержит LI6; Ориентирована на распределение, а не диверсификацию

Наиболее релевантными с учетом критериев и ограничений являются две взаимодополняющие экономико-математические модели. Модель M1 предназначена для оптимизации размещения и развития инфраструктуры – подъездных путей, зон отстоя, терминалов и других объектов. Она помогает ответить на ключевой вопрос: где и что следует строить или модернизировать,

чтобы максимально эффективно использовать имеющиеся ресурсы и обеспечить рост загрузки инфраструктуры.

Модель МЗ, в свою очередь, служит для балансировки грузопотоков и экономической оценки вариантов диверсификации. Эта модель отвечает на вопрос о том, какие грузы и в каком объеме следует перевозить, как оптимально тарифицировать услуги и каким образом распределить потоки между различными направлениями, чтобы максимизировать прибыль при соблюдении всех технических и экономических ограничений.

Совместное применение моделей М1 и МЗ позволяет создать замкнутый цикл планирования. Сначала на основе модели МЗ проводится стратегический анализ спроса, определяются перспективные направления диверсификации и оцениваются потенциальные объемы перевозок. Затем модель М1 используется для проектирования новой инфраструктуры, которая обеспечит обработку этих потоков. На следующем этапе модель МЗ вновь применяется для оптимизации грузопотоков уже с учетом новой инфраструктуры. Такой итеративный подход обеспечивает гибкость и адаптивность планирования, позволяя оперативно реагировать на изменения рынка и корректировать стратегию развития.

Выводы по второй главе

Комплексный анализ текущего состояния и трансформации операторской деятельности в транспортно-логистической системе железнодорожного транспорта потребовали проведения представленных в главе исследований качественных и количественных показателей операторских компаний, в том числе их роль в управлении подвижным составом, влияние макроэкономических факторов, рыночной конъюнктуры, логистических ограничений, а также их вклад в интегральное качество железнодорожных перевозок.

Установлено, что эффективность работы операторов напрямую влияет на ключевые показатели всей отрасли – от оборота вагона до удовлетворенности клиентов. Выявлена проблема возникновения профицита вагонов, приводящая к

перегрузке инфраструктуры, особенно путей общего пользования, и ухудшению показателей оборота вагонов. В целях устранения выявленных негативных тенденций разработана модель взаимодействия агентов транспортно-логистической системы при технологическом аутсорсинге на основе консолидации процессов и агентов в кластеры по определенным критериям, определены траектории трансформации логистических услуг на железнодорожном транспорте в условиях активных внешних и внутренних изменений, цифровизации взаимодействия и роста конкуренции на рынке операторских услуг.

Получены результаты моделирования активности участников транспортно-логистического рынка, проведена их классификация и систематизация. Раскрыты механизмы движения ресурсов, включая финансовые, представлены формализованные математические модели поведения агентов: от роста до ликвидации, в зависимости от рентабельности и внешних условий. Показана зависимость от гибкости, кооперации и диверсификации как стратегических механизмов адаптации операторов к изменяющимся условиям.

Получены результаты по ключевым трендам трансформации логистических систем и деятельности логистических операторов в условиях системных изменений. Проведена классификация изменений (локальные, множественные, системные), а также соответствующие им модели реструктуризации и реинжиниринга. Приведены в систематизированном виде экономико-математические модели (M1-M14), охватывающие все аспекты логистических цепей: от размещения производств до маршрутизации и мультимодальных перевозок. Информационное наполнение этих моделей делает возможным их практическое применение при управлении трансформацией логистических операторов. Выделены факторы внешней и внутренней среды, влияющие на развитие компаний.

ГЛАВА 3. РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУТСОРСИНГА В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

3.1 Технологический аутсорсинг операторской деятельности в условиях профицита вагонного парка на сети

Наблюдаемые изменения в экономике отрасли требуют реализации определенных моделей трансформации деятельности участников производственно-транспортных процессов, в том числе и логистических операторов, для которых вагонный парк в настоящий момент является ключевым, а в некоторых ситуациях и единственным средством реализации логистических функций. В условиях внешних и внутренних изменений подход внедрения инноваций может включать как фондоёмкие решения, которые предполагают изменение структуры активов компании или номенклатуры услуг, так и малозатратные, которые позволяют оптимизировать технологию управления логистическими процессами [106, 113]. Возможна комбинированная реализация подходов для достижения синергетического эффекта.

Технологический аутсорсинг промышленных предприятий, как модель формирования новых технологических цепочек взаимодействия «промышленное предприятие – оператор – сетевой перевозчик», позволит снизить нагрузку на инфраструктуру общего пользования, а также расширить ассортимент предлагаемых услуг и клиентскую базу операторских компаний [130, 131].

В условиях профицита порожнего подвижного состава значение емкости инфраструктуры железнодорожной сети значительно выросло. Реализация функций на станциях сети затрудняется в виду наличия большого количества порожнего подвижного состава на путях, который невозможно перемещать без разрешения собственника [158, 170].

Технологический аутсорсинг предполагает передачу логистических активов промышленного предприятия (пути необщего пользования и прилегающие строения) в управление операторской компании с целью сокращения

логистических издержек [33]. Целесообразность применения аутсорсинга для промышленных предприятий определяется неравенством

$$Z_{\text{п}} \geq Z_{\text{о}}, \quad (3.1)$$

где $Z_{\text{п}}$ – затраты промышленного предприятия по реализации логистических функций,

$Z_{\text{о}}$ – затраты на оплату услуг логистического оператора.

Сокращение эксплуатационных расходов для операторской компании возможно за счет современных технологий и оборудования, высококвалифицированного персонала, а также за счет эффекта масштаба [83, 92].

Получая права управления логистическими активами промышленного предприятия, операторская компания сможет оценить полную (конструкционную) ($W_{\text{ппп}}$) и требуемую (W_1) вместимость путей необщего пользования, необходимую для реализации основной деятельности (погрузка-выгрузка, маневровая работа и выставочные пути) предприятия. Разница ($W_2 = W_{\text{ппп}} - W_1$) будет не востребованной вместимостью, которая может быть использована как пути временного размещения (отстоя) порожнего подвижного состава. Это открывает для операторских компаний новый функционал использования клиентских логистических активов, давая возможность выступить в роли посредника между собственниками подвижного состава и сетевым перевозчиком (рисунок 3.1).

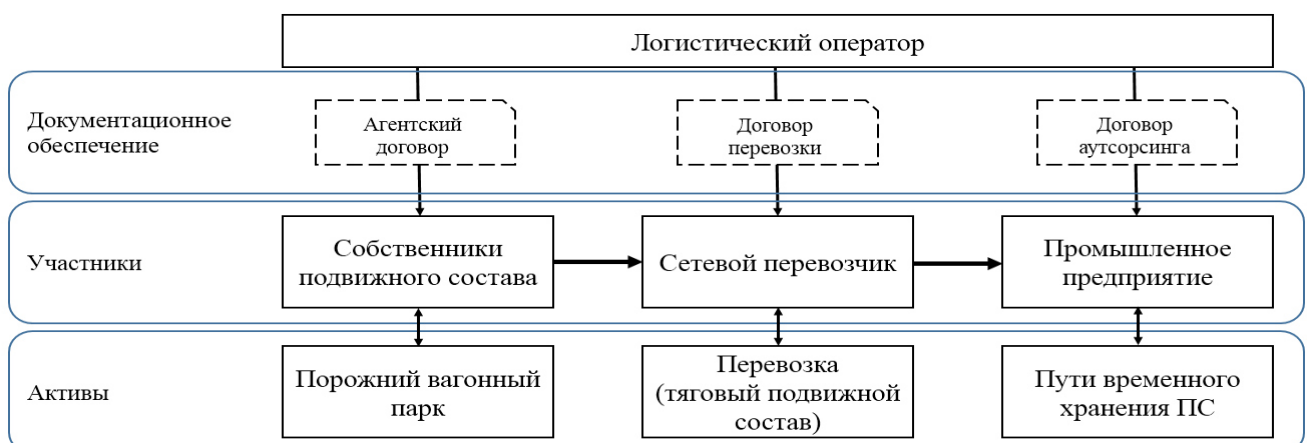


Рисунок 3.1 – Схема организации временного размещения порожних вагонов

Добавление возможности использования невостребованной вместимости для временного хранения порожнего подвижного состава повысит эффективность и экономическую привлекательность технологического аутсорсинга.

Для оценки возможности использования путей необщего пользования в качестве мест временного размещения порожнего подвижного состава стоит поэлементно изучить типологию путей необщего пользования. Во-первых, согласно «Уставу железнодорожного транспорта Российской Федерации» (далее УЖТ) «железнодорожные пути необщего пользования – железнодорожные подъездные пути, примыкающие непосредственно или через другие железнодорожные подъездные пути к железнодорожным путям общего пользования и предназначенные для обслуживания определенных пользователей услугами железнодорожного транспорта на условиях договоров или выполнения работ для собственных нужд» [153]. Следовательно, существуют соединительные пути необщего пользования, на которых осуществляется перемещение подвижного состава на (с) подъездные пути промышленных предприятий. Такие пути использовать для размещения порожнего подвижного состава возможно в том случае, если пути промышленного предприятия закрыты для грузовых операций, но при этом их состояние способно обеспечивать технические операции с подвижным составом. Вторая группа путей по функциональному признаку – это пути необщего пользования промышленных предприятий, основной задачей которых является обслуживание транспортных нужд промышленного предприятия, т. е.:

- внутрипроизводственное перемещение грузопотоков;
- обслуживание входных и выходных грузопотоков.

Внутренние грузопотоки являются частью технологического производственного процесса, поэтому размещение на путях этой категории «внешних» («чужих») элементов, может привести к замедлению или остановке производственных циклов. Поэтому основное внимание стоит уделить путям обслуживания внешних грузопотоков. Условно их можно разделить на зону погрузочно-разгрузочных работ, зону маневров и выставочные пути (при наличии).

Расчет потребной (полезной) длины пути для реализации основной функции путей необщего пользования опирается на мощность и протяженность погрузочно-выгрузочного фронта. Согласно УЖТ, норма подачи вагонов на пути необщего пользования определяется по вместимость погрузочно-выгрузочного фронта промышленного предприятия – «количество одновременно подаваемых вагонов на железнодорожный путь необщего пользования определяется по полезной длине путей, на которых расположены места погрузки, выгрузки грузов» [153]. При этом, если общая вместимость путей позволяет осуществлять подачи, превышающие вместимость путей погрузочно-выгрузочного фронта, то размер единовременной подачи определяется «в договоре на эксплуатацию железнодорожного пути необщего пользования или на подачу и уборку вагонов» [153].

Таким образом вместимость путей пригодных для «отстоя» можно определить, как:

$$W_2 = \frac{\Delta L}{l_{\text{ваг}}}, \quad (3.2)$$

где ΔL – протяженность путей необщего пользования, не вовлеченных в маневровую деятельность, м;

$l_{\text{ваг}}$ – средняя длина вагона, м.

$$\Delta L = L_{\text{общ}} - L_{\text{гр.фр.}} - L_{\text{соед}}, \quad (3.3)$$

где $L_{\text{общ}}$ – общая протяженность путей необщего пользования согласно техническому паспорту подъездного пути, м;

$L_{\text{гр.фр.}}$ – длина путей грузового фронта, м;

$L_{\text{соед}}$ – длина участков путей необщего пользования, соединяющих станцию примыкания и сами пути промышленного предприятия (расстояние от стрелки примыкания до знака «граница подъездного пути»), м.

$$L_{\text{гр.фр.}} = n_{\text{под}} \cdot l_{\text{ваг}} + a_{\text{м}}, \quad (3.4)$$

где $n_{\text{под}}$ – количество вагонов в одной подаче, ваг./под.;

$l_{\text{ваг}}$ – длина вагонов по осям автосцепок, м;

$a_{\text{м}}$ – удлинение фронта для маневрирования локомотива, м.

Преимущество быть посредником в распоряжении путей необщего пользования в том, что, в отличие от путей общего пользования, ПНП можно самостоятельно регулировать и планировать загрузку, имея четкое представление о емкости парков отстоя. Учитывая общую протяженность путей необщего пользования, которая составляет порядка 35 тысяч километров, общая их вместимость, при значении средней длины вагона в 13,92 м, составляет чуть более 2,5 млн условных вагонов. С учетом потребности промышленных предприятий в осуществлении эксплуатационной работы для реализации функций снабжения-распределения и учитывая расчеты сетевого перевозчика о том, что профицит вагонного парка на сети в настоящий момент составляет порядка 400 тыс. вагонов, хватит и 20 % общей вместимости ПНП, чтобы закрыть эту разницу. Трудности для операторов могут заключаться в неравномерности размещения ПНП на сети дорог, так может возникнуть дистанционный разрыв между точками возникновения грузопотоков и концентрации порожнего подвижного состава.

Использование технологического аутсорсинга позволит получить положительные эффекты для всех участников перевозочного процесса:

- для перевозчика – это разгрузит инфраструктуру для осуществления перевозок;
- для клиента – позволит передать непрофильную деятельность специалистам и сократить логистические издержки;
- для оператора – обеспечит постоянных клиентов и наличие грузопотока для вагонов, а также укрепит позиции компании на рынке за счет расширения функционала и повышения доходности.

3.2 Модели реализации технологического аутсорсинга в транспортно-логистических системах

Рассмотрим модели логистики взаимодействия предприятий транспортно-логистического рынка при технологическом аутсорсинге в зависимости от разных видов обобщения задачи, учета параметров и критериев оценки эффективности.

Постановку механизма взаимодействия промышленных компаний и операторов подвижного состава можно представить в виде двудольного графа, по одной стороне которого расположены операторы, по другой – промышленные предприятия. Каждый из участников стремится организовать взаимодействие с той компанией, которая является более приоритетной согласно интегральному критерию предпочтения [56]. В нашем случае под таким критерием можно понимать интегрированную оценку определенных характеристик контрагента, которая позволит сформировать однозначный список предпочтений и будет являться движущей силой процесса подбора оптимального контрагента.

Сам процесс взаимодействия можно описать следующим образом. В транспортно-логистической системе железнодорожной отрасли присутствует n промышленных предприятий, имеющих подъездные пути и желающие передать их в управление аутсорсинговой компании оператору, также имеется n операторских компаний, которые хотели бы стать исполнителем работ по обслуживанию подъездных путей на промышленном предприятии. Каждая промышленная компания может нанять только одного исполнителя, а каждая операторская компания может вести переговоры с n промышленными компаниями для выполнения задач технологического аутсорсинга. Данная задача решается с помощью алгоритма Гейла – Шепли или алгоритма устойчивых паросочетаний. Он позволяет, используя методы комбинаторики, определить паросочетания и исключить неустойчивость в комбинациях участников рынка.

Имеется множество операторских компаний (operator companies) O и множество промышленных компаний (industrial enterprise) I (рисунок 3.2). Взаимодействие представлено на графе ребрами, при этом каждый участник может

иметь договор только с одним другим участников. Данную модель назовем базовой, так как для приближения характеристик модели к параметрам моделируемой системе требуется введение дополнительных ограничений и условий [89, 86]. В случае однокритериальной постановки задача сводится к задаче линейного целочисленного программирования, где требуется найти план прикрепления операторских компаний к промышленным предприятиям x_{ij} , доставляющий максимум целевой функции

$$Z(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max, \quad (3.5)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \text{ для всех } i, j, \quad (3.6)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \text{ для всех } j = 1, 2, \dots, m, \quad (3.7)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1, \text{ для всех } i = 1, 2, \dots, n \quad (3.8)$$

где c_{ij} – экономический эффект от прикрепления i -й операторской компании к промышленному предприятию j ;

n – число операторских компаний;

m – число промышленных предприятий.

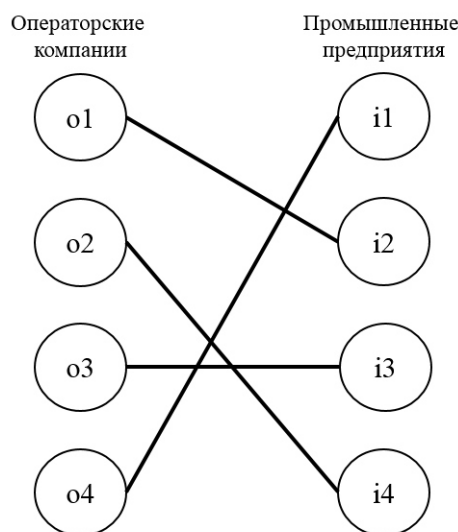


Рисунок 3.2 – Механизм взаимодействия участников транспортно-логистической системы при технологическом аутсорсинге в отношениях «один к одному» [94]

Жесткая привязка «один к одному» характерна для кэптивных операторов, созданных при крупных промышленных группах. Такие компании составляют примерно четверть или чуть более от общего числа операторов, а их вагонный парк насчитывает от 350 до 450 тысяч единиц. В качестве примеров можно привести «Газпромтранс», дочернюю структуру «Газпрома», с парком более 30 тысяч вагонов (преимущественно цистерны и крытые), которая обслуживает в основном предприятия группы «РН-Транс», дочернюю компанию «Роснефти», почти весь парк которой работает на нефтеперерабатывающие заводы материнской компании; а также «СУЭК», угольный холдинг, владеющий около 25 тысячами полувагонов для перевозки угля собственных разрезов. Стоит отметить, что с начала 2000-х годов доля кэптивных операторов постепенно снижается.

Помимо базового варианта задачи «один к одному», интерес представляет задача, когда отношения между операторскими компаниями и промышленными предприятиями носит характер «один к многим», то есть одна операторская компания может быть агентом технологического аутсорсинга более одного промышленного предприятия (рисунок 3.3).

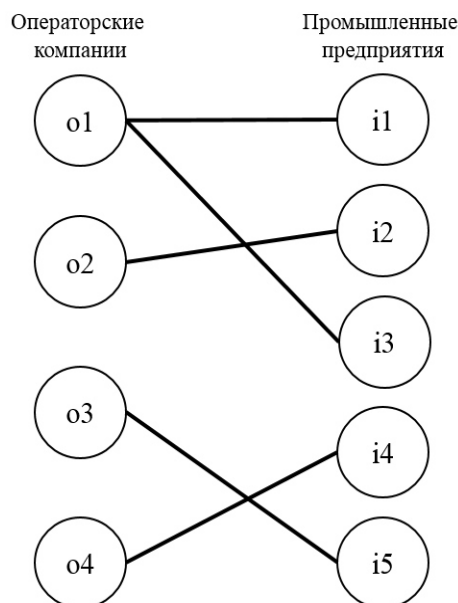


Рисунок 3.3 – Механизм взаимодействия участников транспортно-логистической системы при технологическом аутсорсинге в отношениях «один к многим» [94]

Ведущие операторы обслуживаются тысячи грузоотправителей: например, ПАО «Первая грузовая компания» (ПГК) заявляет о более чем 10 тысячах клиентов, а АО «Федеральная грузовая компания» (ФГК), дочерняя структура РЖД, работает более чем с 15 тысячами клиентов, «ТрансКонтейнер» и вовсе обслуживает свыше 80 тысяч клиентов с учетом контейнерных перевозок.

В линейной постановке при числе промышленных предприятий m задача сводится к следующему виду:

Найти x_{ij} , определенный по (3.5), такой что

$$Z(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max, \quad (3.9)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \text{ для всех } j = 1, 2, \dots, m. \quad (3.10)$$

В данной постановке в задаче (3.5)–(3.8) ограничение (3.8) становится избыточным, а (3.10) определяет необходимость технологического аутсорсинга предприятия операторской компанией.

В части загрузки мощностей операторских компаний и возможностей по предоставлению технологического аутсорсинга могут быть ограничения на число обслуживаемых предприятий. Пусть b_i – предельное (максимальное) число предприятий для реализации технологического аутсорсинга, тогда в задачи (3.6), (3.9), (3.10) добавляется ограничение

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq b_j, \text{ для } j = 1, 2, \dots, m. \quad (3.11)$$

При наличии детерминанта для операторских компаний, определяющих объем ресурса (мощности) для обеспечения технологического аутсорсинга, модификация задачи имеет следующий вид.

Известны a_i – мощность операторской компании для технологического аутсорсинга промышленных предприятий, выраженная в определенных единицах (например, кадровое и технологическое обеспечение), d_j – потребность

промышленного предприятия для проведения технологического аутсорсинга в вышеприведенных единицах, тогда возникают ограничения следующего вида:

$$\sum_{j=1}^m d_j \cdot x_{ij} \leq a_i, \text{ для } i = 1, 2, \dots, n. \quad (3.12)$$

Логичным является условие неделимости услуги технологического аутсорсинга промышленного предприятия, т. е.:

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \text{ для всех } i, j. \quad (3.13)$$

Таким образом, задача оптимальности технологического аутсорсинга промышленных предприятий относится к классу задач целочисленного (бинарного) линейного программирования.

С другой стороны, экономические и технологические процессы в своих оценках имеют эффект масштаба, то есть увеличения эффекта на единицу услуги при увеличении общего объема услуги. В таких условиях c_{ij} является функцией от d_j , то есть не только $c_{ij} = f_{ij}(d_j)$,

$$f_{ij}(d_j) = \alpha_{ij}d_j + \beta_{ij}d_j^2. \quad (3.14)$$

Тогда

$$Z(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m f_{ij}(d_j) x_{ij} \rightarrow \max, \quad (3.15)$$

где α_{ij}, β_{ij} – неотрицательные параметры.

Динамика перехода между схемами прослеживается исторически. В период реформы железнодорожной отрасли в 2001–2003 годах доминировала схема «один к одному» с кэптивными операторами. В 2005–2010 годах начался бурный рост независимых операторов и появление крупных игроков, работающих по модели «один ко многим», при этом значительно выросло число компаний на рынке. Пик фрагментации пришелся на 2010–2015 годы, в 2015–2020 годах началась

консолидация и ужесточение требований: количество операторов сократилось, активно развивались электронные площадки и системы аккредитации.

В настоящий момент интерес представляет комбинаторная постановка задачи.

Пусть для каждой операторской компании i определено подмножество $P_i \subseteq \{1, 2, \dots, m\}$ – промышленных предприятий, которые могут быть вовлечены в технологический аутсорсинг i -й операторской компании (рисунок 3.4).

Тогда

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad (3.16)$$

где $x_{ij} = 1$, логистическая компания i обслуживает промышленное предприятие j ;

$x_{ij} = 0$, логистическая компания i не обслуживает промышленное предприятие j .

Тогда задача имеет вид (3.12), (3.15), (3.16) – линейная задача целочисленного программирования.

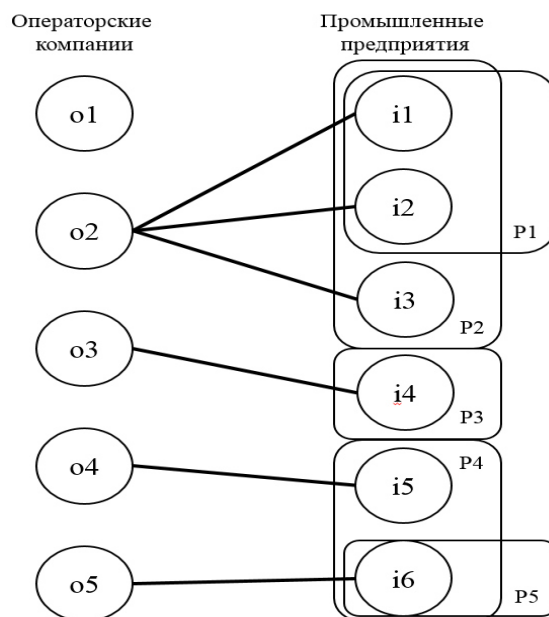


Рисунок 3.4 – Механизм взаимодействия участников транспортно-логистической системы при технологическом аутсорсинге с заданным допустимым подмножеством P_i [94]

Могут быть случаи технологического аутсорсинга, когда он включает более одного вида услуг. Возможны следующие условия при формализации задачи:

а) реализация услуг как самостоятельных с возможным привлечением разных операторов;

б) совместная реализация услуг с участием одного и того же оператора.

В первом случае задача распадается на независимые подзадачи по каждому виду услуг, которые могут решаться в вышеприведенных постановках как самостоятельные задачи по каждому виду услуги. Во втором случае целевая функция – критерий эффективности, включает столько слагаемых, сколько видов услуг, а ограничение на ресурсное обеспечение задачи приводится по каждому виду услуги. При этом эффект масштаба, определяемый (3.14), включает индекс вида услуги.

На рынке транспортно-логистических услуг, состоящем из n операторов и m промышленных предприятий, необходимо реализовать технологический аутсорсинг промышленных услуг k -видов.

Известны:

k – общее число видов услуг;

a_{ik} – мощность i -й операторской компании по предоставлению услуги k ;

b_{jk} – потребности в технологическом аутсорсинге j -го промышленного предприятия в услуге k -го вида;

$P_{ik} \subseteq \{1, 2, \dots, m\}$ – подмножество промышленных предприятий, допустимых к технологическому аутсорсингу услуги k -го вида операторской компанией i .

Тогда требуется найти оптимальный план технологического аутсорсинга промышленных предприятий для k -видов, т. е. модель задачи имеет вид (3.12)–(3.15), в которых в переменные и ограничения добавлен индекс k .

$$Z(x_{ij}^k) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}^k \cdot x_{ij}^k \rightarrow \max, \quad (3.17)$$

$$x_{ij}^k \in \{0, 1\}, \forall i, k, \quad (3.18)$$

$$x_{ij}^k = 0, \text{ если } j \notin P_{ik} \quad (3.19)$$

$$\sum_{j=1}^m d_{jk} \cdot x_{ij}^k \leq a_{ik}, \forall i, k, \quad (3.20)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij}^k \leq b_i, \forall i, k. \quad (3.21)$$

Поэтапная формализация моделей технологического аутсорсинга для промышленных предприятий и аддитивная схема работы с ограничениями и условиями реализации позволяет смоделировать различные возможные системы взаимодействия участников на железнодорожном транспортном рынке и при этом выделить критерии эффективности для дальнейшей оптимизации. Учитывая существование на рынке множества операторов и множества компаний-клиентов, а также множественность предоставляемых услуг со стороны операторских компаний и их неделимость, используя алгоритмы линейного целочисленного программирования, можно определить оптимальные значения критериев и оптимизировать систему технологического аутсорсинга.

Создание универсальной модели, способной с определенными допущениями описать процесс организации системы взаимодействия операторских компаний с промышленными предприятиями и оптимизировать параметры этого взаимодействия с учетом заданных условий (параметры, которые определяются логикой технологического процесса предприятия и рыночной конъюнктурой), способствует интеграционным процессам, происходящим в транспортно-логистической системе Российских железных дорог. Разные подходы к моделированию логистики технологического аутсорсинга связаны с вариативностью постановки задачи и факторного пространства для их формализации, целями исследования и конкретными условиями функционирования сегмента транспортного рынка. Представленные модели разных классов могут стать базой для решения задач практического технологического аутсорсинга.

Такой инструмент позволит клиентам технологического аутсорсинга лучше ориентироваться среди множества операторских компаний, а самим компаниям –

регулировать параметры предлагаемых услуг, создавая конкурентоспособное предложение на рынке.

3.3 Экономическая оценка реализации технологического аутсорсинга в транспортно-логистических системах

Рассмотрим ситуацию взаимодействия двух субъектов: Оператор (O) – компания, обладающая собственными логистическими мощностями (подвижной состав, транспорт, склады, IT-системы) и Промышленное предприятие (P) – заказчик логистических услуг с определёнными потребностями в транспортировке и хранении грузов.

Предприятие P_j самостоятельно реализует объемы работ V_{ij}^k множества типа k , оператор O_i заинтересован в передаче ряда услуг k , но необходимо определить, при каких условиях аутсорсинг является целесообразным для оператора.

Обозначим $Z_{out}(V_{ij}^k)$ и $Z(V_{ij}^k)$ – себестоимость логистических услуг множества k , выполняемых логистическим оператором (out) и промышленным предприятием, отметим, что данные функции являются неубывающими.

Функции себестоимости реализации логистических услуг имеют вид:

– при собственной реализации (инсорсинг):

$$Z(V_{ij}^k) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}^k + d_{ij}^k \cdot V_{ij}^k - e_{ij}^k \cdot \log(V_{ij}^k + v_{1ij}^k), \quad (3.22)$$

– при аутсорсинге:

$$Z_{out}(V_{ij}^k) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ijout}^k + d_{ijout}^k \cdot V_{ijout}^k - e_{ijout}^k \cdot \log(V_{ijout}^k + v_{1ijout}^k), \quad (3.23)$$

где a_{ij}^k – постоянные затраты на обслуживание оператором i промышленного предприятия j для множества услуг k ;

d_{ij}^k – переменные затраты на единицу объема услуги;

e_{ij}^k – коэффициент экономии от масштаба;

v_{1ij}^k – минимальный базовый объем для расходов;

V_{ij}^k – объем услуг оператора i клиенту j для множества услуг k .

Поэлементное рассмотрение компонентов позволяет выделить:

- a_{ij}^k – константа, учитывает условно-постоянные затраты;
- $d_{ij}^k \cdot V_{ij}^k$ – линейный член, отражает условно-переменные затраты на реализацию услуг;
- $e_{ij}^k \cdot \log(V_{ij}^k + v_{1ij}^k)$ – логарифмический член, моделирует эффект масштаба (снижение удельных затрат).

При малых объемах будет выполняться условие

$$Z_{out}(V_{ij}^k) > Z(V_{ij}^k), \quad (3.24)$$

что означает, что логистический (технологический) аутсорсинг процессов с малыми объемами не рационален. С точки зрения экономической целесообразности эффект от аутсорсинга появится при выполнении условия

$$Z_{out}(V_{ij}^k) < Z(V_{ij}^k). \quad (3.25)$$

При этом важно помнить, что логистический оператор имеет определенный прирост рентабельности и передаваемая услуга должна иметь рентабельность выше или равную ей. Для минимизации рисков технологического аутсорсинга требуется установить дополнительный уровень рентабельности:

$$\frac{Z(V_{ij}^k) - Z_{out}(V_{ij}^k)}{Z_{out}(V_{ij}^k)} \cdot 100\% > r^0 + \Delta r^0, \quad (3.26)$$

где r^0 – минимально приемлемая рентабельность оператора;

Δr^0 – надбавка за риски (нестабильность рынка, зависимость от подрядчика и т.д.).

В таком случае, если неравенство выполняется, аутсорсинг целесообразен (экономия превышает требуемую рентабельность), в противном случае – выгоднее отказаться от аутсорсинга данного предприятия.

Логистический аутсорсинг высокого уровня предполагает включение не одной услуги, а целого комплекса, являющегося множеством k . В таких случаях включается логистический принцип «общих затрат» – подход в логистике, при котором решения принимаются не на основе минимизации отдельных видов издержек, а с учетом совокупных затрат. В нашем случае целью является минимизировать общую себестоимость комплекса логистических услуг, даже если это требует увеличения расходов в отдельных элементах.

Учитывая ранее рассмотренные модели взаимодействия участников транспортно-логистического рынка, рационально будет рассмотреть модель «один ко многим» для реализации технологического аутсорсинга. Данная модель позволит включить в рассмотрение не одно промышленное предприятие, а несколько, что значительно увеличит объем работ для операторской компании и позволит достичь эффекта масштаба. И тогда функция себестоимости логистической компании приобретает следующий вид:

$$Z_{out}(V_{ij}^k) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ijout}^k + d_{ijout}^k \cdot V_{total} - e_{ijout}^k \cdot \log(V_{total} + v_{1ijout}^k), \quad (3.27)$$

где V_{total} – суммарный объем работ логистической компании i , выполняемый для множества промышленных предприятий j по множеству видов услуг k .

Ещё одним критерием, позволяющим оценить целесообразность реализации аутсорсинга, может выступать точка безубыточности V^* – это объем услуг, при котором доходы оператора равны его расходам:

$$P(V^*) = Z_{out}(V^*). \quad (3.28)$$

Функция расчета доходов оператора от предоставления логистических услуг

$$P(V_{ij}^k) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij}^k \cdot V_{ij}^k - y_{ij}^k \cdot \log(V_{ij}^k + v_{2ij}^k), \quad (3.29)$$

где x_{ij}^k – тариф за единицу услуг оператора i для клиента j , для множества услуг k ;

y_{ij}^k – коэффициент нелинейного влияния (скидки за объем или надбавки за сложность).

v_{2ij}^k – минимальный базовый объем для доходов;

Функция имеет линейную часть $x_{ij}^k \cdot V_{ij}^k$, которая формирует основную выручку и логарифмическую – $y_{ij}^k \cdot \log(V_{ij}^k + v_{2ij}^k)$, которая учитывает ценовую политику (например, скидки крупным клиентам).

Из решения уравнения (3.28), подставив (3.27) и (3.29), получим:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij}^k \cdot V_{ij}^k - y_{ij}^k \cdot \log(V_{ij}^k + v_{2ij}^k) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}^k + d_{ij}^k \cdot V_{ij}^k - e_{ij}^k \cdot \log(V_{ij}^k + v_{2ij}^k);$$

или

$$x \cdot V^* - y \cdot \log(V^* + v_1) = a + d \cdot V^* - e \cdot \log(V^* + v_2);$$

Для решения нелинейного уравнения и определения V^* – объема услуг, определяющего точку безубыточности, можно воспользоваться прикладными пакетами или встроенной надстройкой MS Excel «Поиск решения». Параметры для поиска представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Параметры поиска точки безубыточности

Параметры	Ячейка	Значение	Примечание
1	2	3	4
x	A2	2600	Тариф за единицу услуг
y	B2	50000	Коэффициент нелинейного влияния
a	C2	500000	Условно-постоянные затраты
d	D2	2000	Условно-переменные затраты
e	E2	100000	Коэффициент экономии от масштаба
v_1	F2	120	Базовый объем от доходов

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4
v_2	G2	100	Базовый объем от расходов
V^*	H2	100*	Точка безразличия

*В ячейку H2 вводим начальное приближение

Далее рассчитаем левую и правую части уравнения, а именно:

В ячейке I2 рассчитывается правая часть (себестоимость):

$$= C2 + D2 * H2 - E2 * LN(H2 + G2)$$

В ячейке J2 рассчитывается левая часть (доходы):

$$= A2 * H2 - B2 * LN(H2 + F2)$$

В ячейке K2 рассчитывается разница между I2 и J2:

$$= J2 - I2$$

Находим V^* с помощью метода «Поиск решения»:

а) Данные → Поиск решения.

б) Настройка:

- Целевая ячейка: K2 («Разница»);
- Равна: значению 0;
- Изменяемые ячейки: H2 (V^*);
- Поставить галочку «Сделать переменные без ограничений неотрицательными»;
- Выбрать метод: Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ.
- Нажать: «Найти решение» (рисунок 3.5).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
x	y	a	d	e	v1	v2	V^*	Z	P	Разница
2600	50000	500000	2000	100000	120	100	331,5028	556278,2	556278,2	-0,000000270

Рисунок 3.5 – Расчет V^* методом «Поиск решения»

Проверяем результаты после нахождения V^* :

- Значение в ячейке K2 близко к 0.

– При подстановке найденного V^* в исходные формулы левая часть $\approx$ правой части.

– При графическом представлении функций $P(V^*)$ и $Z_{out}(V^*)$ точка пересечения графиков проецируется на ось ОХ в значении $\approx V^*$ (рисунок 3.6).

Полученные данные можно интерпретировать следующим образом:

при $V < V^*$: $P(V) < Z_{out}(V)$ – оператор работает в убыток;

при $V = V^*$: $P(V) = Z_{out}(V)$ – нулевая прибыль;

при $V > V^*$: $P(V) > Z_{out}(V)$ – оператор получает прибыль.

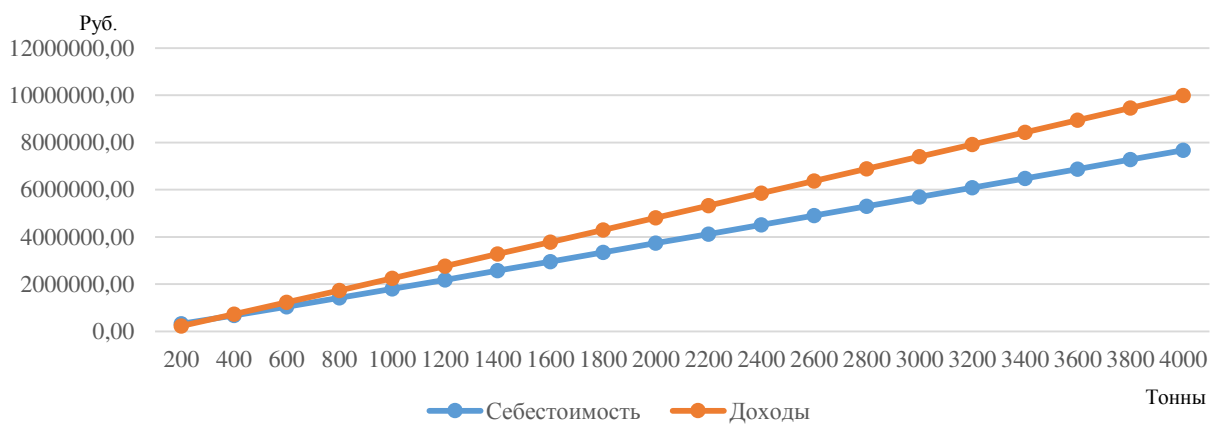


Рисунок 3.6 – Точка безразличия при плавном увеличении объемов услуг

Пересечение графиков подтверждает математические расчеты, точка их пересечения находится в диапазоне от 200 до 400 ($V^*=331,5$ т). При этом график удельных расходов имеет возрастающий выпукло вверх характер (рисунок 3.7).

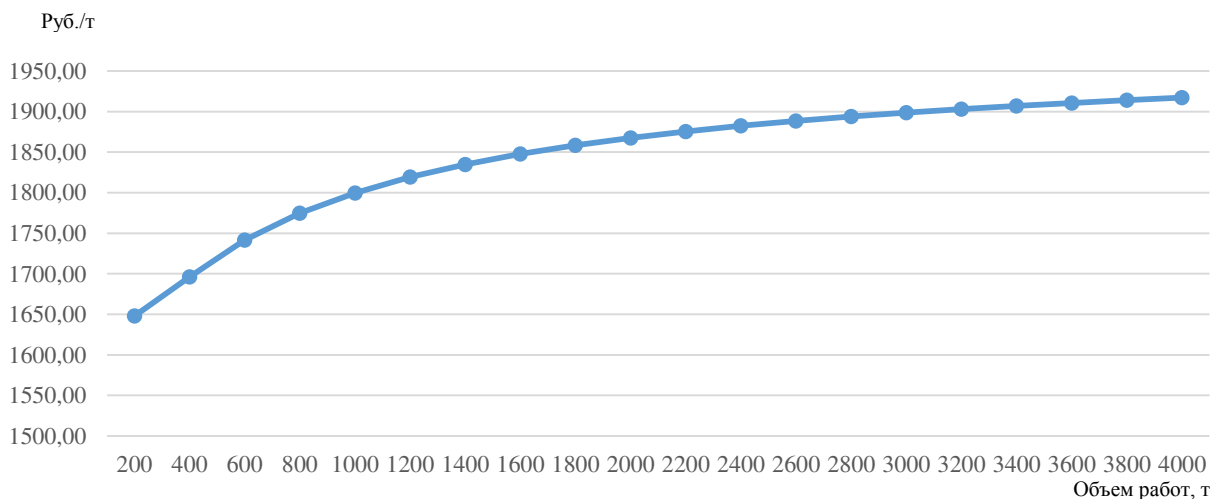


Рисунок 3.7 – Удельные расходы операторской компании

При организации аутсорсинга с несколькими промышленными предприятиями и постепенным включением их в обслуживание (новый участник каждые 2 месяца) график приобретает следующий вид (рисунок 3.8).

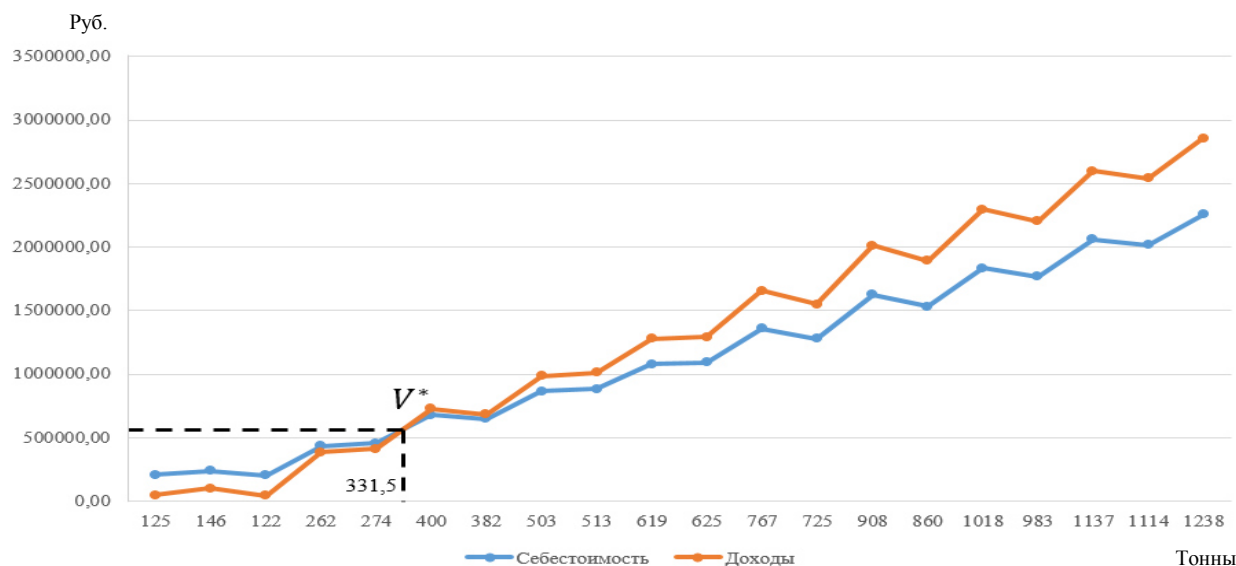


Рисунок 3.8 – Точка безразличия при постепенном увеличении числа участников аутсорсинга

Конкретизируем модель, определив виды услуг и ресурсов предприятия, целесообразные для аутсорсинга. Существует ограниченное количество активов промышленной компании (клиент), которые могут быть переданы для реализации технологического аутсорсинга. Учитывая точки соприкосновения компаний, к ним можно отнести (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Ресурсы промышленного предприятия

Ресурсы	Целесообразность с точки зрения инвестиций на запуск
1	2
Подвижной состав	Да, профильная деятельность для оператора
Железнодорожные пути необщего пользования	Да, соответствует специфике деятельности оператора

Продолжение таблицы 3.2

1	2
Подъемно-транспортная техника на грузовых фронтах предприятия	Частично да, потребуется дополнительный персонал на каждом подъездном пути, что увеличит затраты
Терминально-складские комплексы	Наименее релевантно, потребуются дополнительные расходы на вхождение в новую сферу деятельности

При рассмотрении активов компании наиболее рациональными видятся подвижной состав и подъездные пути необщего пользования. Перечень услуг, который можно реализовать за счет указанных активов, включает транспортное обеспечение промышленного предприятия: маневровая работа (подача порожних вагонов под погрузку, уборка груженых вагонов с фронтов выгрузки, расстановка вагонов по погрузочно-выгрузочным местам, маневровые передвижения по территории предприятия), перевозка грузов (предоставление оператором собственных и/или переданных для аутсорсинга вагонов для перевозки грузов предприятия по сети общего пользования и/или подъездным путям), а также отстой вагонов (предприятие передает оператору право использовать свободные пути необщего пользования для временного хранения (отстоя) вагонов, принадлежащих третьим компаниям). После определения конкретных типов услуг для технологического аутсорсинга модель принимает следующий вид:

Функции доходов оператора (по каждой услуге)

Оператор получает выручку от клиента (услуги маневровой работы и организации перевозки грузов) и от сторонних компаний (отстой порожних вагонов).

Доход от организации маневровой работы на путях необщего пользования (подача/уборка вагонов):

$$P_1(V_1) = x_1 \cdot V_1 - y_1 \cdot \ln(V_1 + v_{21}), \quad (3.30)$$

где x_1 – базовая ставка за 1 ваг.-км, руб./ваг.-км;

V_1 – объем фактической маневровой работы, ваг.-км/мес.;

y_1 – нелинейный коэффициент скидок, руб.;

v_{21} – объем работы, при котором включается эффект масштаба, ваг.-км.

Доход от предоставления вагонов в пользование:

$$P_2(V_2) = x_2 \cdot V_2 - y_2 \cdot \ln(V_2 + v_{22}), \quad (3.31)$$

где x_2 – базовая ставка за 1 ваг.-сут, руб./ваг.-сут;

V_2 – объем фактической работы, ваг.-сут;

y_2 – нелинейный коэффициент скидок, руб.;

v_{22} – объем работы, при котором включается эффект масштаба, ваг.-сут.

Доход от отстоя порожних вагонов:

$$P_3(V_3) = x_3 \cdot V_3 - y_3 \cdot \ln(V_3 + v_{23}), \quad (3.32)$$

где x_3 – базовая ставка за 1 ваг.-сут отстоя, руб./ваг.-сут;

V_3 – объем вагонов в отстое, ваг.-сут;

y_3 – нелинейный коэффициент скидок, руб.;

v_{23} – объем работы, при котором включается эффект масштаба, ваг.-сут.

Оператор получает эффект масштаба не по каждой услуге отдельно, а по суммарному приведенному объему всех услуг, так как его постоянные затраты распределяются на весь бизнес.

Функция себестоимости аутсорсинга оператора с учетом эффекта масштаба

Переменные затраты оператора рассматриваются по каждой услуге в натуральных единицах, так как они непосредственно зависят от физического объема работы:

$$VarCosts = d_1^{out} \cdot V_1 + d_2^{out} \cdot V_2 + d_3^{out} \cdot V_3, \quad (3.32)$$

где d_1^{out} – переменные затраты оператора на 1 ваг.-км маневров (топливо, зарплата машинистов, износ маневровых локомотивов);

d_2^{out} – переменные затраты на 1 ваг.-сут перевозки (техобслуживание, оформление документов, порожний пробег);

d_3^{out} – переменные затраты на 1 ваг.-сут отстоя (охрана, занятие пути, минимальное обслуживание).

Чтобы корректно учесть эффект масштаба, необходимо агрегировать объемы трех услуг в один показатель V_{total} , выражающий общую загрузку ресурсов оператора (например, в условных «единицах работы»). Для этого вводится коэффициент приведения α_k для каждой услуги, который определим через базовую стоимость единицы. Для железнодорожного оператора в качестве базовой единицы логично взять 1 приведённый вагоно-час (или вагоно-сутки) использования инфраструктуры. Однако, поскольку разные услуги по-разному загружают ресурсы, мы определяем α_k как отношение удельных переменных затрат оператора на данную услугу к удельным затратам на базовую услугу. Принимаем в качестве референтной услуги «перевозку грузов» и присваиваем ей $\alpha_2 = 1$, тогда для других услуг

$$\alpha_k = \frac{d_k^{out}}{d_2^{out}}. \quad (3.33)$$

Приведённый объем для каждой услуги:

$$V_k^{прив} = \alpha_k \cdot V_k, \quad (3.34)$$

тогда суммарный приведённый объем:

$$V_{total} = \sum_{k=1}^3 \alpha_k \cdot V_k. \quad (3.35)$$

Общая себестоимость оператора:

$$C_{оп} = A_{общ} + \sum_{k=1}^3 d_k^{out} \cdot V_k - E_{общ} \cdot \ln(V_{total} + v_{общ}), \quad (3.36)$$

где $A_{общ}$ – общие постоянные затраты оператора: аренда офиса, зарплата администрации, IT-платформа, страхование, амортизация, не привязанная к объему, руб./мес.;

$\sum_{k=1}^3 d_k^{out} \cdot V_k$ – сумма переменных затрат в натуральных единицах;

$E_{общ} \cdot \ln(V_{total} + v_{общ})$ – экономия от масштаба, которая растет с логарифмом суммарного приведённого объема. Чем больше V_{total} , тем сильнее снижаются средние постоянные затраты;

$v_{общ}$ – небольшое смещение, чтобы логарифм работал при малых объемах.

Общий доход оператора:

$$P_{общ} = \sum_{k=1}^3 (x_k \cdot V_k - y_k \cdot \ln(V_k + v_{2k})). \quad (3.37)$$

Прибыль и рентабельность:

$$\Pi = P_{общ} - C_{оп}, \quad (3.38)$$

$$r = \frac{\Pi}{P_{общ}} \cdot 100 \%. \quad (3.39)$$

Точка безубыточности определяется как минимальный масштаб λ (множитель ко всем текущим объемам V_k), при котором прибыль становится нулевой.

Решается уравнение методом половинного деления:

$$P_{\text{общ}}(\lambda \cdot V_1, \lambda \cdot V_2, \lambda \cdot V_3) = C_{\text{оп}}(\lambda \cdot V_1, \lambda \cdot V_2, \lambda \cdot V_3) \quad (3.40)$$

при

$\lambda^* < 1$ – при текущем масштабе оператор в зоне прибыли,

$\lambda^* = 1$ – текущий масштаб безубыточен,

$\lambda^* > 1$ – для выхода на прибыль нужно увеличить объемы.

Включение нового клиента со своими объемами работ позволит оператору произвести дозагрузку собственного профицитного парка:

$$\beta = \frac{V_{\text{total}}}{W_{\text{max}} - W_{\text{тек}}}, \quad (3.41)$$

где W_{max} – максимальная мощность парка,

$W_{\text{тек}}$ – текущая загрузка парка вагонов.

При

$\beta \geq \beta_{\text{min}}$ – дозагрузка достаточная, аутсорсинг помогает использовать простаивающие ресурсы,

$\beta < \beta_{\text{min}}$ – оператор недогружен.

Модель позволяет реалистично описать три разнородные услуги, учесть нелинейности в доходах (скидки) и затратах (эффект масштаба), а также дозагрузку парка – важнейший фактор в условиях профицита вагонов. Ключевым элементом является приведение к общему измерителю через коэффициенты α_k , которые определяются как отношение удельных переменных затрат услуги к затратам базовой услуги (перевозки). Это обеспечивает корректный расчет общего эффекта масштаба.

3.4 Реализация алгоритма оценки целесообразности технологического аутсорсинга

Программная реализация алгоритма расчета целесообразности реализации технологического аутсорсинга обслуживания подъездных путей операторскими компаниями.

Организация взаимодействия с новыми клиентами для операторских компаний сопряжена с определенными рисками. Поэтому исследование потребностей и возможностей потенциального партнера является важным этапом в принятии решения.

Для определения целесообразности технологического аутсорсинга эксплуатации подъездных путей необщего пользования на языке C++ разработана программа для расчета точки безубыточности и безразличия, которая позволит определить потенциал сотрудничества как для оператора подвижного состава, так для собственника подъездных путей необщего пользования.

Расчет параметров в данной программе производится на основе аналитической модели. Программа, листинг основных модулей которой представлен в Приложении А, включает следующие основные элементы (рисунок 3.9).

Интерфейс программы условно разделено на 6 основных блоков:

1. Математическая модель. Предполагается выбор одной из двух моделей: «Выбор железнодорожных услуг», которая позволяет проводить анализ набора услуг (до трех из трех predetermined) с точки зрения оператора: оценка общей прибыльности набора, распределение общих затрат между услугами и сравнение с затратами собственника (владельца инфраструктуры); «Аутсорсинг: универсальный» позволяет дать оценку целесообразности передачи на аутсорсинг трёх видов услуг путем сравнения затрат предприятия (инсорсинг) и затрат оператора (аутсорсинг) с учетом эффекта масштаба, дозагрузки мощностей и требуемой рентабельности.

Рисунок 3.9 – Окно программы (начало работы)

2. **Выбор услуг.** В исследовании были определены наиболее релевантные виды услуг для реализации технологического аутсорсинга: перевозка грузов как базовая услуга; обслуживание подъездных путей (подача/уборка вагонов на (с) подъездных путей необщего пользования, маневровая работа); отстой порожнего подвижного состава. Набор услуг можно менять в зависимости от условий задачи.

3. **Параметры.** Блок ввода параметров, которые определяются исходя из логистики и технологии организации бизнес-процессов участников взаимодействия.

4. **Вывод результатов и рекомендации.** Расчет и оценка по каждой услуге с учетом приведенных объемов работ, а также комплексные результаты по набору выбранных услуг, с последующей рекомендацией относительно точек безубыточности и безразличия.

5. **Графический блок.** Визуальное отображение показателей в зависимости от приведенного объема работ.

6. Кнопка «Рассчитать» – вывод результатов и рекомендаций после введения параметров.

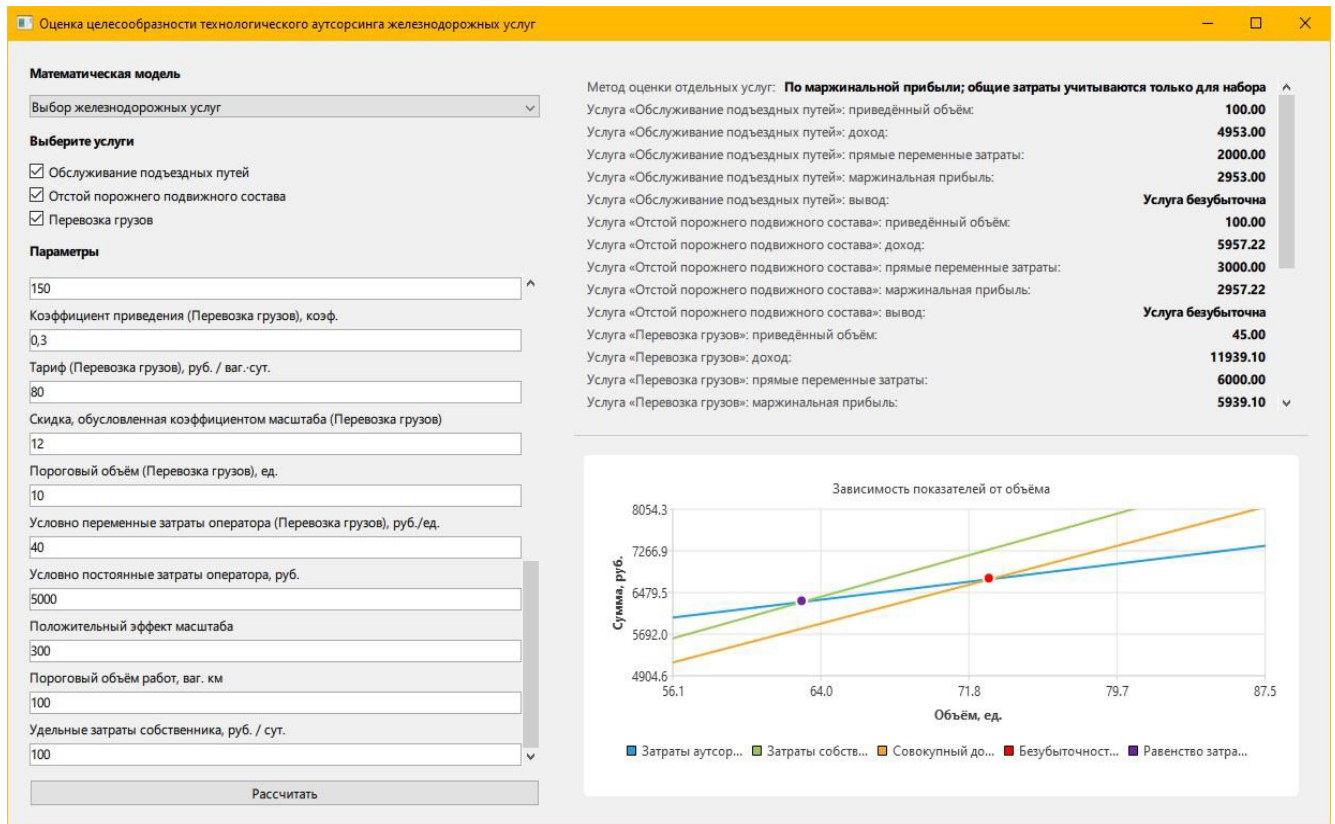


Рисунок 3.10 – Результаты расчета (окно интерфейса) программы оценки целесообразности технологического аутсорсинга железнодорожных услуг

В расчетах используются статистические данные деятельности операторских компаний из нормативно-правовых актов, регулирующих деятельность железнодорожного транспорта, а также локальных техничеcко-распорядительных документов исследованных объектов. Некоторые первичные данные предварительно обрабатываются и преобразуются для ввода.

Программа позволяет производить автоматизированный расчет и дает рекомендации, что упрощает процесс принятия решений по реализации технологического аутсорсинга эксплуатации подъездных путей необщего пользования, увеличивает вариативность анализа состояний, связанных с принятием решений по технологическому аутсорсингу.

На примере операторской компании в рамках деятельности Ростовского филиала АО «ПГК».

Объектом исследования выбран Ростовский филиал АО «ПГК» с данными, приближенными к реальным. В примере потенциальными клиентами компании является ПАО «Т» и ООО «Р». Данные для расчетов опираются на официальные статистические отчеты, натурные исследования, а также были получены экспертным способом (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Значения параметров для расчета целесообразности технологического аутсорсинга потенциальным клиентам Ростовского филиала АО «ПГК»

Параметры	Единица измерения	Значение	
		ПАО «Т»	ООО «Р»
1	2	3	4
Обслуживание подъездных путей (маневровая работа)			
Объем маневровой работы	ваг.-км	12925	10540
Коэффициент приведения	-	0,375	0,2783
Тариф на подачу/уборку вагонов	руб./ваг.-км	445,3	321,12
Скидка, обусловленная объемом	руб./ваг.-км	22,3	16,1
Пороговый объем маневровой работы	ваг.-км	12000	10000
Условно-переменные затраты оператора	руб./ваг.-км	248,27	339,4
Отстой порожнего подвижного состава			
Объем отстоя	ваг.-сут	11490	9640
Коэффициент приведения	-	0,333	0,3478
Тариф за простой 1 вагона на путях необщего пользования	руб./ваг.-сут	400	400
Скидка, обусловленная объемом	руб./ваг.-сут	20	20
Пороговый объем маневровой работы	ваг.-сут	10200	9000
Условно-переменные затраты оператора	руб./ваг.-сут	140,88	174,68
Организация перевозки грузов			
Объем работы	ваг.-сут	351500	304150

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4
Коэффициент приведения	-	1	1
Тариф за пользование вагоном	руб./ваг.-сут	1260	1260
Скидка, обусловленная объемом	руб./ваг.-сут	50,4	50,4
Пороговый объем маневровой работы	ваг.-сут	336000	280000
Условно-переменные затраты оператора	руб./ваг.-сут	618,37	836,78
Условно-постоянные затраты оператора	руб.	66865425	78273440
Удельные затраты собственника ПНП	руб.	804,48	1107,63

Результаты расчетов по программе представлены на рисунках 3.11–3.14.

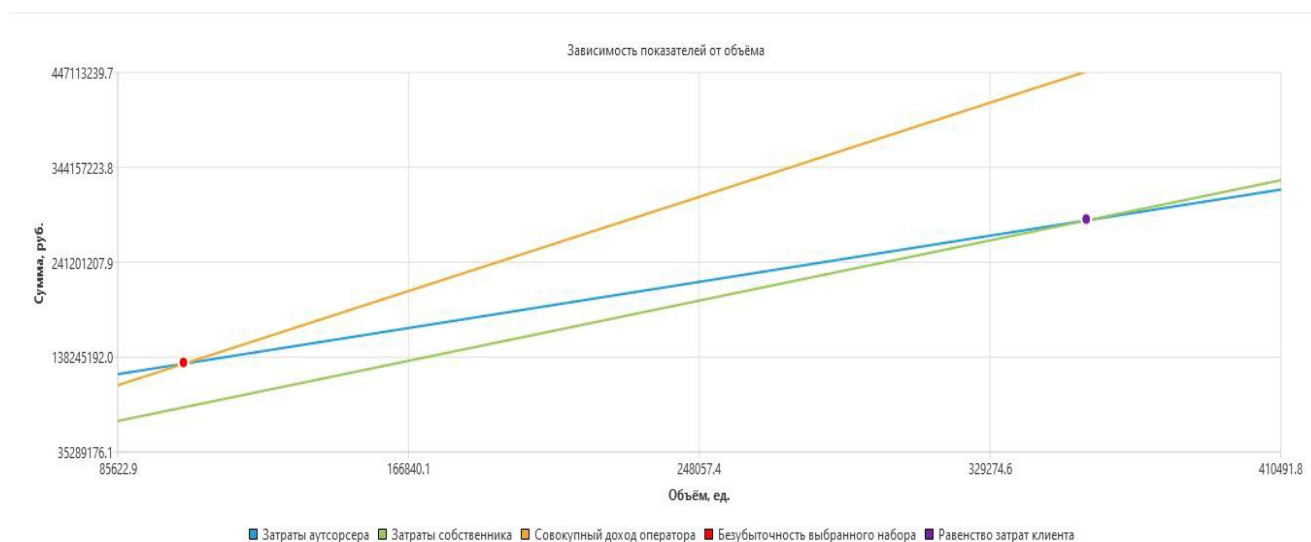


Рисунок 3.11 – Графическое представление точки безубыточности ПАО «Т»

Точка безубыточности и точка безразличия на графике находятся левее, чем суммарный приведенный объем, что говорит о том, что реализация аутсорсинга будет эффективным решением для обоих участников.

Метод оценки отдельных услуг: По маржинальной прибыли; общие затраты учитываются только для набора	
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: приведённый объём:	4846.88
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: доход:	5755289.73
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: прямые переменные затраты:	3208889.75
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: маржинальная прибыль:	2546399.98
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: вывод:	Услуга безубыточна
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: приведённый объём:	3826.17
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: доход:	4595811.59
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: прямые переменные затраты:	1618711.20
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: маржинальная прибыль:	2977100.39
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: вывод:	Услуга безубыточна
Услуга «Перевозка грузов»: приведённый объём:	351500.00
Услуга «Перевозка грузов»: доход:	442889352.53
Услуга «Перевозка грузов»: прямые переменные затраты:	217357055.00
Услуга «Перевозка грузов»: маржинальная прибыль:	225532297.53
Услуга «Перевозка грузов»: вывод:	Услуга безубыточна
Суммарный приведённый объём:	360173.04
Совокупный доход оператора:	453240453.84
Совокупная себестоимость оператора:	289050068.16
Совокупная прибыль:	164190385.69
Затраты собственника:	826067683.90
Разница затрат собственника и аутсорсера:	537017615.74
Масштаб безубыточности набора (λ^*):	0.289
Безубыточный приведённый объём:	104231.76
Совокупный вывод:	Выбранный набор услуг выгоден
Сравнение затрат:	Затраты аутсорсера не выше затрат собственника

Рисунок 3.12 – Результаты и рекомендации для работы с ПАО «Т»

По итогам расчета, выполненного для трех услуг, модель показывает, что все услуги по отдельности генерируют положительную маржинальную прибыль (доход минус прямые переменные затраты). При этом наибольший вклад в общий результат вносит перевозка грузов – она и является базовой услугой при расчете коэффициентов приведения. Прибыль указывает на рентабельность на уровне около 36 %.

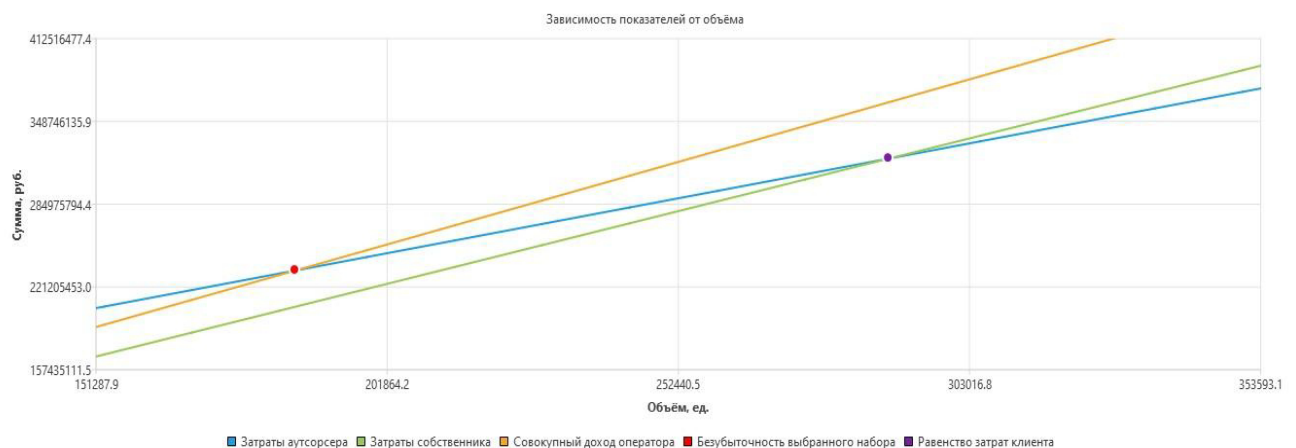


Рисунок 3.13 – Графическое представление точки безубыточности ООО «Р»

Метод оценки отдельных услуг: По маржинальной прибыли; общие затраты учитываются только для набора	
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: приведённый объём:	2933.28
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: доход:	3384444.92
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: прямые переменные затраты:	3577276.00
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: маржинальная прибыль:	-192831.08
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: вывод:	Услуга убыточна
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: приведённый объём:	3352.79
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: доход:	3855803.34
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: прямые переменные затраты:	1683915.20
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: маржинальная прибыль:	2171888.14
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: вывод:	Услуга безубыточна
Услуга «Перевозка грузов»: приведённый объём:	304150.00
Услуга «Перевозка грузов»: доход:	383228330.79
Услуга «Перевозка грузов»: прямые переменные затраты:	254506637.00
Услуга «Перевозка грузов»: маржинальная прибыль:	128721693.79
Услуга «Перевозка грузов»: вывод:	Услуга безубыточна
Суммарный приведённый объём:	310436.07
Совокупный доход оператора:	390468579.06
Совокупная себестоимость оператора:	338041255.55
Совокупная прибыль:	52427323.50
Затраты собственника:	343848308.64
Разница затрат собственника и аутсорсера:	5807053.09
Масштаб безубыточности набора (λ^*):	0.599
Безубыточный приведённый объём:	185913.37
Совокупный вывод:	Выбранный набор услуг выгоден: прибыль других услуг компенсирует убыточные
Сравнение затрат:	Затраты аутсорсера не выше затрат собственника

Рисунок 3.14 – Результаты и рекомендации для работы с ООО «Р»

Для второго предприятия услуга «Обслуживание подъездных путей» оказалась убыточной на уровне маржинальной прибыли, то есть доход от ее реализации не покрывает прямые переменные затраты. Однако две другие услуги остаются высокорентабельными, и за счет них совокупная прибыль позволяет выйти на общую рентабельность около 13,4 %. Это классический случай перекрестного субсидирования: убыточная услуга компенсируется за счет прибыльных, что отражено в выводе модели.

Затраты операторской компании лишь незначительно ниже затрат собственника ПНП. Это означает, что экономический выигрыш от передачи услуг оператору в данном сценарии весьма скромный и может быть нивелирован даже небольшими колебаниями объемов или цен.

Таким образом, данный набор услуг формально выгоден для оператора, но уязвим: убыточность одной услуги требует перекрестного субсидирования, а преимущество перед самостоятельным выполнением минимально. Рекомендуется либо пересмотреть тарифы и затраты по убыточной услуге, либо рассмотреть

возможность её исключения из портфеля, чтобы повысить общую эффективность и устойчивость бизнеса.

На примере логистического провайдера в рамках деятельности филиала АО «РЖД-Логистика».

Объектом исследования для апробации предложенных методов и подходов технологического аутсорсинга выбран филиал АО «РЖД-Логистика» в г. Ростов-на-Дону. В примере потенциальными клиентами компании является ООО «З» и ООО «Н». Исходные данные и результаты представлены в таблице 3.4 и рисунках 3.15–3.18.

Таблица 3.4 – Значения параметров для расчета целесообразности технологического аутсорсинга потенциальным клиентам филиала АО «РЖД-Логистика» в г. Ростове-на-Дону

Параметры	Единица измерения	Значение	
		ООО «З»	ООО «Н»
1	2	3	4
Обслуживание подъездных путей (маневровая работа)			
Объем маневровой работы	ваг.-км	4986	3438
Коэффициент приведения	-	0,25	0,2286
Тариф на подачу/уборку вагонов	руб./ваг.-км	498,65	479,98
Скидка, обусловленная объемом	руб./ваг.-км	19,95	14,4
Пороговый объем маневровой работы	ваг.-км	4800	3500
Условно-переменные затраты оператора	руб./ваг.-км	436,09	424,56
Отстой порожнего подвижного состава			
Объем отстоя	ваг.-сут	6056	2785
Коэффициент приведения	-	0,225	0,1905
Тариф за простой 1 вагона на путях необщего пользования	руб./ваг.-сут	454,45	412,3
Скидка, обусловленная объемом	руб./ваг.-сут	15,75	10,3
Пороговый объем маневровой работы	ваг.-сут	5800	2800
Условно-переменные затраты оператора	руб./ваг.-сут	221,82	371,44

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4
Организация перевозки грузов			
Объем работы	ваг.-сут	120760	54875
Коэффициент приведения	-	1	1
Тариф за пользование вагоном	руб./ваг.-сут	1980	2060
Скидка, обусловленная объемом	руб./ваг.-сут	59,4	61,8
Пороговый объем маневровой работы	ваг.-сут	115000	54000
Условно-переменные затраты оператора	руб./ваг.-сут	1096,4	1662,7
Условно-постоянные затраты оператора	руб.	40656300	30385137
Удельные затраты собственника ПНП	руб.	1437,16	2343,2

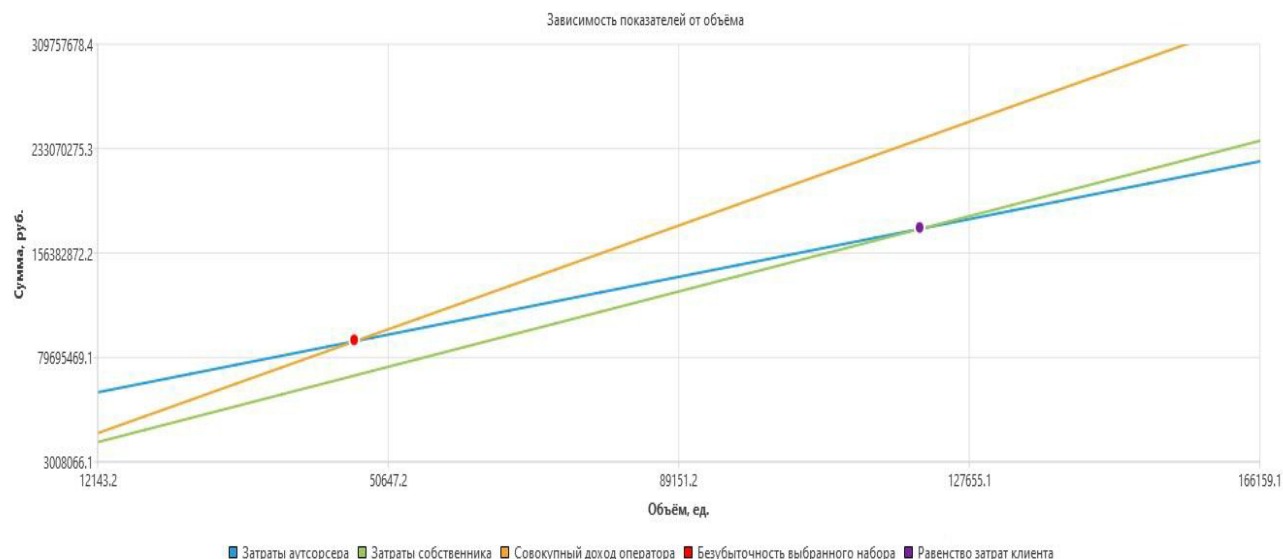


Рисунок 3.15 – Графическое представление точки безубыточности ООО «З»

Точка безубыточности достигается при масштабе $\lambda^* = 0,375$, то есть для покрытия всех затрат оператору достаточно выполнять лишь 37,5 % от текущего объема – запас прочности составляет 62,5 %, что делает модель устойчивой к колебаниям спроса.

Метод оценки отдельных услуг: По маржинальной прибыли; общие затраты учитываются только для набора	
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: приведённый объём:	1246.50
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: доход:	2486085.59
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: прямые переменные затраты:	2174344.74
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: маржинальная прибыль:	311740.85
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: вывод:	Услуга безубыточна
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: приведённый объём:	1362.60
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: доход:	2752001.46
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: прямые переменные затраты:	1343341.92
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: маржинальная прибыль:	1408659.54
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: вывод:	Услуга безубыточна
Услуга «Перевозка грузов»: приведённый объём:	120760.00
Услуга «Перевозка грузов»: доход:	239104065.19
Услуга «Перевозка грузов»: прямые переменные затраты:	132401264.00
Услуга «Перевозка грузов»: маржинальная прибыль:	106702801.19
Услуга «Перевозка грузов»: вывод:	Услуга безубыточна
Суммарный приведённый объём:	123369.10
Совокупный доход оператора:	244342152.23
Совокупная себестоимость оператора:	176575238.94
Совокупная прибыль:	67766913.29
Затраты собственника:	177301135.76
Разница затрат собственника и аутсорсера:	725896.82
Масштаб безубыточности набора (λ^*):	0.375
Безубыточный приведённый объём:	46261.39
Совокупный вывод:	Выбранный набор услуг выгоден
Сравнение затрат:	Затраты аутсорсера не выше затрат собственника

Рисунок 3.16 – Результаты и рекомендации для работы с ООО «З»

Модель демонстрирует положительную маржинальную прибыль по трем услугам, то есть каждая из них покрывает свои прямые переменные затраты. Наибольший вклад вносит перевозка грузов, услуги обслуживания путей и отстоя имеют скромные, но стабильные показатели. Проведенные расчеты указывают на рентабельность около 27,7 %, что свидетельствует о высокой эффективности бизнеса в целом.

Однако затраты промышленного предприятия лишь незначительно превышают затраты оператора – менее 0,4 %. С точки зрения клиента, это означает, что переход на аутсорсинг не дает ощутимой финансовой выгоды. Такая ситуация может быть приемлема, если клиент заинтересован в других преимуществах (освобождение ресурсов, снижение управленческой нагрузки, повышение гибкости).

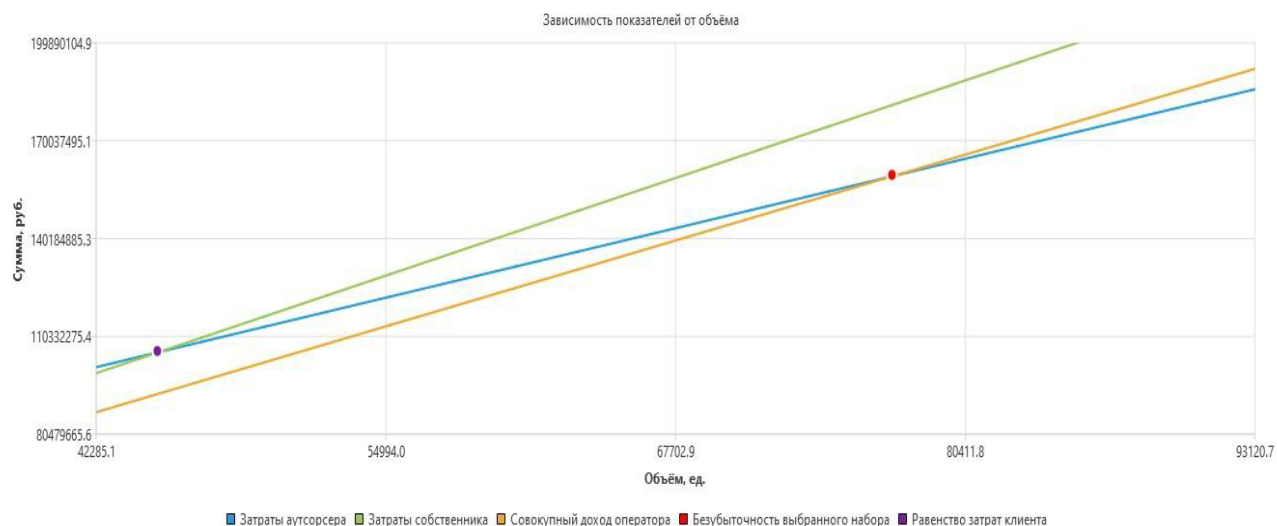


Рисунок 3.17 – Графическое представление точки безубыточности ООО «Н»

Метод оценки отдельных услуг: По маржинальной прибыли; общие затраты учитываются только для набора	
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: приведённый объём:	785.93
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: доход:	1650043.88
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: прямые переменные затраты:	1459637.28
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: маржинальная прибыль:	190406.60
Услуга «Обслуживание подъездных путей»: вывод:	Услуга безубыточна
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: приведённый объём:	530.54
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: доход:	1148166.63
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: прямые переменные затраты:	1034460.40
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: маржинальная прибыль:	113706.23
Услуга «Отстой порожнего подвижного состава»: вывод:	Услуга безубыточна
Услуга «Перевозка грузов»: приведённый объём:	54875.00
Услуга «Перевозка грузов»: доход:	113041783.25
Услуга «Перевозка грузов»: прямые переменные затраты:	91240662.50
Услуга «Перевозка грузов»: маржинальная прибыль:	21801120.75
Услуга «Перевозка грузов»: вывод:	Услуга безубыточна
Суммарный приведённый объём:	56191.47
Совокупный доход оператора:	115839993.75
Совокупная себестоимость оператора:	124119886.24
Совокупная прибыль:	-8279892.49
Затраты собственника:	131667850.86
Разница затрат собственника и аутсорсера:	7547964.62
Масштаб безубыточности набора (λ^*):	1.375
Безубыточный приведённый объём:	77238.09
Совокупный вывод:	Выбранный набор услуг невыгоден
Сравнение затрат:	Затраты аутсорсера не выше затрат собственника

Рисунок 3.18 – Результаты и рекомендации для работы с ООО «Н»

В четвертом варианте расчета все три услуги демонстрируют положительную маржинальную прибыль, то есть каждая из них покрывает свои прямые переменные затраты. Однако совокупная прибыль оператора от набора оказалась отрицательной. Это означает, что общие постоянные затраты оператора (включая

эффект масштаба) не покрываются суммарной маржинальной прибылью всех услуг. Точка безубыточности достигается при масштабе $\lambda^* = 1,375$ – для выхода на нулевую прибыль необходимо выполнять на 37,5 % больше объема, чем в текущем сценарии. Это указывает на то, что текущие объемы недостаточны для окупаемости инфраструктуры и управленческих расходов оператора.

При этом клиент получает выгоду от передачи услуг оператору, но оператор работает в убыток. Рекомендуется либо повышать объемы (как минимум на 37,5 %), либо корректировать ценовую политику, либо сокращать постоянные затраты, чтобы обеспечить безубыточность оператора. Для клиента такое предложение выглядит привлекательно, но требует рассмотрения вопросов долгосрочной (стратегической) устойчивости деятельности.

Разработанная экономико-математическая модель и ее программная реализация представляют элемент системы поддержки принятия решений, при проведении сравнительного анализа двух стратегий управления железнодорожными услугами – собственной эксплуатации (инсорсинг) и привлечения стороннего оператора (аутсорсинг). Ключевая особенность инструмента – его глубокая предметная ориентированность: в расчетах учтены такие значимые факторы, как эффект масштаба, нелинейная зависимость доходов и переменные затраты, что обеспечивает высокую точность результатов в реальных производственных условиях.

По своему функционалу программа занимает обособленную нишу среди существующих аналитических инструментов. В отличие от макроориентированных корпоративных платформ (например, LRDSS или Rail BI), которые решают задачи инвестиционного планирования на уровне сетей, данное решение сфокусировано на микроуровне – оценке операционной эффективности конкретного портфеля услуг отдельного оператора. В сравнении с научно-исследовательскими стохастическими моделями, предлагаемая система использует детерминированный подход и обладает готовым пользовательским интерфейсом, что делает ее пригодной для применения без необходимости дополнительной адаптации.

Таким образом, разработанный инструмент представляет собой доступное, наглядное и точное средство для оперативного и стратегического анализа, предназначенный логистам и руководителям транспортных предприятий, который позволяет быстро оценить целесообразность перехода на аутсорсинг, выявить зоны риска и точки безубыточности, а также обосновать переговорные позиции перед клиентами. Благодаря сочетанию универсальности (возможность выбирать разные наборы услуг) и узкой специализации, программа может эффективно использоваться как в реальной практике управления железнодорожными ресурсами, так и в учебном процессе для иллюстрации экономических закономерностей, способствуя переходу от интуитивных решений к количественно обоснованным стратегиям.

Выводы по третьей главе

Модели развития технологического аутсорсинга с целью совершенствования взаимодействия между участниками перевозочного процесса в направлении оптимизации циклов технологического процесса обработки подвижного состава, а также максимизации экономического эффекта включают оценку и процедуры оптимизации транспортно-логистических связей операторских компаний и других агентов. Результаты исследования на основе реализованного алгоритма анализа данных логистического взаимодействия субъектов транспортного позволяют сделать следующие выводы:

1. Технологический аутсорсинг становится неотъемлемой частью развития транспортно-логистических систем, так как он позволяет интегрировать в единую цепочку интересы операторов и промышленных предприятий. Его использование способствует повышению эффективности управления подвижным составом и инфраструктурой, что особенно важно при дефиците ресурсов или ограниченности собственных мощностей предприятий. Аутсорсинг стимулирует развитие конкуренции на рынке железнодорожных перевозок за счет предложения

операторскими компаниями широкого спектра услуг и качественных логистических решений.

2. Экономико-математические модели дискретной оптимизации могут быть представлены в вариантах: «один к одному», когда каждая операторская компания обслуживает одно предприятие, и «один ко многим», когда оператор может работать сразу с несколькими клиентами. С использованием методов линейного (целочисленного) программирования определяются оптимальные схемы закрепления операторов за предприятиями с учетом ограничений по ресурсам и загрузке.

3. Показано, что эффективность технологического аутсорсинга напрямую связана с эффектом масштаба: чем больше объем услуг, тем ниже относительные издержки и выше итоговый экономический результат. Учет того, что многие логистические услуги неделимы, позволяет передавать их целиком одному оператору. Кроме того, существует множество видов услуг (например, эксплуатация подъездных путей, ремонт, управление вагонным парком), которые усложняют постановку задачи оптимизации. Поэтапная формализация и комбинированный учет ограничений позволяют адаптировать модели к разнообразным условиям функционирования предприятий и транспортно-логистической среды.

4. Современные условия характеризуются избытком порожнего подвижного состава на сети, что приводит к перегруженности инфраструктуры общего пользования. Доказано, что передача операторским компаниям путей необщего пользования открывает возможности для их рационального использования: часть невостребованной вместимости (до 10 %) может быть использована для временного размещения вагонов. Это позволяет снизить нагрузку на станционные пути и повысить общую эффективность системы. Для предприятий это передача непрофильных функций сторонней организации, для операторов – расширение спектра услуг и укрепление позиций на рынке, для перевозчиков – разгрузка магистральной инфраструктуры.

5. Целевым критерием эффективности применения аутсорсинга является экономия транспортно-логистических затрат, т.е. использование услуг оператора должно обходиться дешевле, чем самостоятельное выполнение логистических функций предприятием. Экономический эффект достигается за счет более высокой производительности операторских компаний, их возможности использовать современные технологии и оборудование, а также за счет накопленного опыта и эффекта масштаба.

6. Внедрение моделей технологического аутсорсинга положительно отражается на всех ключевых участниках транспортного рынка. Для сетевого перевозчика – ОАО «РЖД», это означает уменьшение нагрузки на инфраструктуру и рост эффективности перевозочного процесса. Для промышленных предприятий – сокращение расходов и возможность сосредоточиться на основной деятельности, не отвлекая ресурсы на транспортно-логистические процессы. Для операторских компаний – расширение клиентской базы, новые источники прибыли и укрепление конкурентных позиций.

Таким образом, модель технологического аутсорсинга является гибким аналитическим инструментом, который позволяет не только оценить текущую эффективность, но и прогнозировать последствия изменений, определять зоны риска и находить пути повышения рентабельности. Её использование способствует переходу от интуитивных решений к обоснованным, финансово выверенным стратегиям в области операторской деятельности на железнодорожном транспорте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование динамичного рынка операторской деятельности на железнодорожном транспорте в системе транспортно-логистических услуг экономики страны, подверженного активным внешним воздействиям со стороны грузоотправителей и изменениям структуры и направлений грузопотоков, а также рост конкуренции – все эти факторы, формирующие периодически профицит и дефицит вагонов, потребовали развития методов реализации технологического аутсорсинга и диверсификации деятельности операторских и логистических компаний в системе организации грузовых железнодорожных перевозок в современных условиях. По результатам диссертационного исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Рассмотрены предпосылки развития аутсорсинга в транспортно-логистической системе железнодорожного транспорта, которыми стали потребности в обновлении подвижного состава со стороны железнодорожной отрасли и способности гарантировать перевозки клиенту со стороны посредников. На основе анализа динамики транспортно-логистического рынка последних десятилетий, опыта диверсификации транспортно-логистических процессов в отечественной и зарубежной транспортных системах доказан основной тренд развития транспортно-логистических и операторских услуг – переход к технологическому аутсорсингу.

2. Разработаны и представлены схемы организации взаимодействия участников перевозочного процесса на сети железных дорог при участии операторов подвижного состава. Представлены схемы взаимодействия участников до структурной реформы и выделения вагонной составляющей и в настоящий момент. Схемы определяют сферы ответственности участников на различных этапах организации перевозочного процесса. Выявлены ключевые сдвиги в управлении перевозочным процессом в условиях функционирования операторских компаний в результате структурной перестройки железнодорожного транспорта.

3. Проведен анализ элементов деятельности компаний, определяющих их эффективность, а также проведен функциональный анализ операторских компаний, позволивший определить виды деятельности, входящие в сферу их компетенции.

4. Определены тенденции развития логистических технологий на железнодорожном транспорте и операторов подвижного состава, проведен анализ показателей деятельности операторских компаний. Показано, что при положительной динамике и востребованности услуг операторских компаний общая тенденция указывает на возможную стагнацию в будущем без реализации технологического аутсорсинга.

5. Разработаны модели активности агентов, показывающие вариативность функционирования элементов транспортно-логистической системы, а также возможные способы взаимодействия с другими участниками в зависимости от устойчивости операторских компаний. Представлены системные подходы к реструктуризации и реинжинирингу процессов логистических операторов на железнодорожном транспорте.

6. Формализованы модели реализации технологического аутсорсинга в транспортно-логистических системах, представленные различными вариантами реализации технологического аутсорсинга, от простых «один к одному» до более сложных «один ко многим с заданным допустимым подмножеством», предполагающих учет группирования клиентов по видам услуг и территориальному сегментированию.

7. Представлены методы оценки экономической целесообразности перехода к технологическому аутсорсингу операторской компании на основе расчета точки безубыточности (коэффициент масштаба λ), а также для других участников транспортно-логистического бизнеса на железнодорожном транспорте. Разработано программное обеспечение для вариативной оценки привлекательности технологического аутсорсинга для логистических операторов. Модель позволила количественно определить запас финансовой прочности для исследованных предприятий (λ варьируется от 0,289 до 1,375), выявить

перекрестное субсидирование услуг (убыточная услуга с маржинальной прибылью –192,8 тыс. руб. компенсируется за счет других, обеспечивая общую прибыль 52,4 млн руб.) и сравнить затраты аутсорсера с инсорсингом (экономия клиента от 0,73 до 537,0 млн руб.). Таким образом, инструмент дает обоснованные количественные ориентиры для принятия решений, позволяя операторам и грузовладельцам оценивать устойчивость бизнеса, оптимизировать портфель услуг и аргументировать условия договоров.

Дальнейшие научно-практические исследования по теме работы, на наш взгляд, находятся в области локализации методов и моделей технологического аутсорсинга по типологиям агентов логистического рынка, видам транспорта, организации сквозных интегрированных транспортно-логистических цепей поставок во внутреннем и международном сообщениях. Представляет также интерес поиск адекватных функциональных зависимостей эффекта от передачи в технологический аутсорсинг объема транспортно-логистических услуг в условиях турбулентности и активных изменений транспортно-логистического рынка, которые не позволяют их определять и оценивать статистическими методами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Абдуназаров, М. М. Усовершенствование технологии работы логистической компании / М. М. Абдуназаров, А. В. Новичихин // Инновационные научные исследования. – 2023. – № 4-1(28). – С. 58-64. – DOI 10.5281/zenodo.7882238. – EDN GLHTRX.
- 2 Абрамов, В. И. Применение социального моделирования с использованием агент-ориентированного подхода в приложении к научно-техническому развитию, реализации НИОКР и поддержанию инновационного потенциала / В. И. Абрамов, А. Н. Кудинов, Д. С. Евдокимов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81, № 3 (81). – С. 339–359.
- 3 Алибеков, Б. И. Модели размещения и развития объектов региональной транспортной системы и приближенный метод их решения / Б. И. Алибеков, Э. А. Мамаев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2012. – № 4. – С. 96–105. – ISSN 0201-727X. – EDN PJTAGF.
- 4 Алибеков, Б. И. Модели трансформации логистических систем / Б. И. Алибеков, Э. А. Мамаев // Транспорт и логистика: Развитие в условиях глобальных изменений потоков : Сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 01–02 февраля 2023 года. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2023. – С. 25–27. – ISBN 978-5-907295-82-7. – EDN OPUDBY.
- 5 Алибеков, Б. И. Оптимальное размещение и развитие структурированных объектов региональной транспортной системы / Б. И. Алибеков // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2012. – № 2. – С. 3–8. – ISSN 0236-1914.
- 6 Аникин, Б. А. Аутсорсинг и аутстаффинг: высокие технологии менеджмента : учебное пособие / Б. А. Аникин, И. Л. Рудая. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 330 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/24214. – ISBN 978-5-16-102993-0. – Текст : электронный.

– URL: <https://znanium.com/catalog/product/770810> (дата обращения: 26.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

7 АО «Первая Грузовая Компания»: сайт / Инвесторам, Центр результатов, Отчетность. – Москва : АО «Первая Грузовая Компания», 2007. – URL: <https://pgkweb.ru/investors/centre-results/> (дата обращения 10.05.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

8 АО «Федеральная Грузовая Компания» сайт / О компании. – Москва : АО «Федеральная Грузовая Компания», 2012. – URL : <https://railfgk.ru/about/> (дата обращения 10.05.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

9 Апатцев, В. И. Управление перевозками в железнодорожных узлах : учебное пособие / В. И. Апатцев, А. Ф. Бородин, Е. В. Бородин ; Российский государственный открытый технический университет путей сообщения. – Москва : РГОТУПС, 2003. – 155 с. – ISBN 5-7473-0186-1.

10 Аутсорсинг / С. Ефимова, Т. Пешкова, Н. Конник, С. Рытик. – Москва : ООО «Журнал «Управление персоналом», 2006. – 160 с.

11 Багинова, В. В. Цифровые технологии транспортного холдинга / В. В. Багинова, Б. А. Левин, Э. А. Мамаев // Логистика и управление цепями поставок. – 2021. – № 6(105). – С. 15–18. – ISSN 2587-6775. – EDN MROOUK.

12 Белозерова, И. Г. Эффективность формирования порожних договорных маршрутов собственников подвижного состава / И. Г. Белозерова, Р. С. Власкина // Актуальные проблемы транспорта в XXI веке : Труды II Международной научно-практической конференции, Новокузнецк, 12–13 апреля 2023 года / Под редакцией О.В. Князькиной. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2023. – С. 122–128. – EDN JIXUNQ.

13 Бородин, А. Ф. Автоматизация решения задач развития и использования железнодорожной инфраструктуры и перевозочных ресурсов в Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД» / А. Ф. Бородин // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2019) : Труды восьмой научно-технической конференции, Москва, 21 ноября 2019 года. – Москва: Акционерное

общество "Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте", 2019. – С. 22–26. – EDN VLDMNZ.

14 Бравар, Ж.-Л. Эффективный аутсорсинг. Понимание, планирование и использование успешных аутсорсинговых отношений / Ж.-Л. Бравар, Р. Морган. – пер. с англ. В. Денисова. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. – 260 с. ISBN 978-966-415-023-8.

15 Бутыркин, А. Я. Естественные монополии: теория и проблемы регулирования / А. Я. Бутыркин. – Москва : Новый век, 2003. – 152 с. – ISBN 5-98101-013-4.

16 Ван, В. Исследование современного состояния и развития железнодорожного грузового транспорта Китая / В. Ван, П. В. Куренков // Логистика - евразийский мост : Материалы XVII Международной научно-практической конференции, Красноярск, 27–30 апреля 2022 года. Том Часть 2. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 313–317. – EDN LTCHVK.

17 Верескун, В. Д. Децентрализованный логический вывод для интеллектуального управления транспортными технологическими процессами / В. Д. Верескун, М. А. Бутакова, О. О. Карташов // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2018) : Труды седьмой научно-технической конференции, Москва, 14 ноября 2018 года. – Москва: Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», 2018. – С. 82–86. – EDN YWHFPF.

18 Влияние случайных факторов на внутренние транспортные процессы промышленных предприятий / Н. Е. Окулов, Е. Н. Тимухина, А. А. Кошечев, Н. В. Кашеева // Транспорт Урала. – 2023. – № 4(79). – С. 62-66. – DOI 10.20291/1815-9400-2023-4-62-66. – EDN XEEQGA.

19 Вохмянина, А. В. Многокритериальный подход для оценки и обоснования приоритетов развития транспортной сети территорий, превосходящих региональный масштаб / А. В. Вохмянина, М. А. Журавская, М. Б. Петров // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 4(40). – С. 58-68. – DOI 10.20291/2079-0392-2018-4-58-68. – EDN YWPTUL.

20 Герами, В. Д. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики : учебник и практикум / В. Д. Герами, А. В. Колик. – 1-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2016. – 438 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-7850-6. – EDN VTXSHL.

21 Годованый, К. А. Аспекты технологического аутсорсинга на железнодорожном транспорте / К. А. Годованый // Транспорт: наука, образование, производство : Сборник научных трудов, Ростов-на-Дону, 17–20 апреля 2018 года. Том 1. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. – С. 172–174. – EDN YVGMJN.

22 Годованый, К. А. Взаимодействие операторских компаний с промышленными предприятиями и железной дорогой / К. А. Годованый // Транспорт-2012 : труды всероссийской научно-практической конференции: в 3-х частях, Ростов-на-Дону, 23–25 апреля 2012 года. Часть 1. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2012. – С. 179–180. – EDN WEEACH.

23 Годованый, К. А. Взаимодействие участников транспортного рынка в организации и управлении вагонопотоками на сети дорог / К. А. Годованый, Л. Р. Велиева // Труды Международной научно-практической конференции «Транспорт-2014», Ростов-на-Дону, 22–25 апреля 2014 года / Министерство транспорта Российской Федерации; Федеральное агентство железнодорожного транспорта; Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления Российской академии наук; Южный научный центр Российской академии наук и др. Часть 1. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2014. – С. 29–30. – EDN TSBVHX.

24 Годованый, К. А. Вопросы тарифообразования железнодорожных грузовых перевозок / К. А. Годованый // Труды международной научно-практической конференции «Транспорт-2014», Ростов-на-Дону, 22–25 апреля 2014 года / Министерство транспорта Российской Федерации; Федеральное агентство железнодорожного транспорта; Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления Российской академии наук; Южный научный центр Российской академии наук и др. Часть 1. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2014. – С. 127–128. – EDN TSCZPF.

25 Годованый, К. А. К вопросу о сущности аутсорсинга в транспортно-логистических системах / К. А. Годованый // Сборник научных трудов «Транспорт: наука, образование, производство» : труды Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 26–28 апреля 2023 года. Том 2. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 133–137. – EDN WUBRHE.

26 Годованый, К. А. Классификация транспортных операторов в логистике / К. А. Годованый // Транспорт: наука, образование, производство : труды международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 12–15 апреля 2016 года. Том 3. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2016. – С. 74-76. – EDN XWFJTB.

27 Годованый, К. А. Операторские компании в условиях перехода к новой вертикали управления ОАО «РЖД» / К. А. Годованый // Транспорт-2010 : труды всероссийской научно-практической конференции: в 3-х частях, Ростов-на-Дону, 01–30 апреля 2010 года. Часть 2. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2010. – С. 185–186.

28 Годованый, К. А. Операторы: этапы становления рынка / К. А. Годованый // Транспорт-2011 : Труды Всероссийской научно-практической конференции. В 3-х частях, Ростов-на-Дону, 01–31 мая 2011 года. Том Часть 1. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2011. – С. 119–121. – EDN TJJDDL.

29 Годованый, К. А. Организация устойчивого взаимодействия участников железнодорожных перевозок / К. А. Годованый // Механика и трибология транспортных систем (МехТрибоТранс-2011) : Международная научная конференция: сборник докладов, Ростов-на-Дону, 09–11 ноября 2011 года / Ростовский государственный университет путей сообщения. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2011. – С. 83–85.

30 Годованый, К. А. Перспективы конкуренции операторских компаний в сфере технологического аутсорсинга / К. А. Годованый // Транспорт: наука, образование, производство : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 20–22 апреля 2020 года. Том 3. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2020. – С. 72–75. – EDN PNAUWZ.

31 Годованый, К. А. Перспективы развития транспортного бизнеса на рынке операторов подвижного состава / К. А. Годованый, О. В. Муленко // Транспорт: наука, образование, производство : сборник научных трудов, Ростов-на-Дону, 23–26 апреля 2019 года. Том 2. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2019. – С. 45–48. – EDN JSDETJ.

32 Годованый, К. А. Схемы организации взаимодействия участников перевозочного процесса на железнодорожном транспорте / К. А. Годованый // Транспорт и логистика: Развитие в условиях глобальных изменений потоков : Сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 01–02 февраля 2023 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 71–75. – EDN CDDJIT.

33 Годованый, К. А. Технологический аутсорсинг как инструмент развития рынка операторских компаний / К. А. Годованый, М. В. Колесников // Известия Транссиба. – 2020. – № 3(43). – С. 97–107. – ISSN 2220-4245. – EDN SZFXIN.

34 Годованый, К. А. Технологический аутсорсинг операторских компаний для промышленных предприятий / К. А. Годованый // Транспорт: наука, образование, производство : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 18-21 апреля 2017 года. Том 4. –

Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2017. – С. 57-61. – EDN YSPUEE.

35 Годованый, К. А. Трансформация бизнес-моделей операторских компаний в условиях роста вагонного парка / К. А. Годованый // Транспорт: наука, образование, производство : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 23–25 апреля 2025 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2025. – С. 105–108. – EDN WSBLTJ.

36 Горин, Р. В. Совершенствование моделей и методов оперативного управления вагонопотоками в припортовом регионе : специальность 05.22.08 «Управление процессами перевозок» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Горин Роман Валерьевич, 2019. – 242 с. – EDN HZOVHI.

37 Грязев, М. В. Обоснование взаимодействия промышленного предприятия с внешними исполнителями бизнес-процессов в условиях аутсорсинга / М. В. Грязев, Г. В. Коршунова // Региональная экономика: теория и практика. – 2012. – № 40. – С. 2–7.

38 Гуда, А. Н. Экономический потенциал развития транспортных предприятий и их государственная поддержка / А. Н. Гуда, Э. А. Мамаев // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2016. – № 9-3(25). – С. 72–76. – EDN XIXLKR.

39 Гузенко, Н. В. Диверсифицированное развитие логистических услуг грузовых операторов на железнодорожном транспорте: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – транспорт) / Гузенко Наталья Владимировна; [Место защиты: Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)]. – Ростов-на-Дону, 2013. – 184 с.

40 Дегтярева, Т. Д. Анализ методических подходов к организации бизнеса на основе аутсорсинга / Т. Д. Дегтярева, А. Л. Крючков // Известия Оренбургского

государственного аграрного университета. – 2014. – № 4 (48). – С. 232–235. – ISSN 2073-0853.

41 Деловой журнал «РЖД-Партнер» : сайт / Спецпроекты, Индекс качества услуг на ж/д транспорте. – Санкт-Петербург : Журнал «РЖД-Партнер», 2020 – URL: <https://www.rzd-partner.ru/specials/indeks-kachestva-uslug-na-zh-d-transporte/> (дата обращения: 02.04.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

42 Дмитриев, А. В. Цифровые информационные технологии в экосистемах транспортно-логистического обслуживания / А. В. Дмитриев. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-7310-5328-0. – EDN LOOFRY.

43 Елисеев, С. Ю. Логистические принципы и бизнес взаимодействие операторов и грузовладельцев / С. Ю. Елисеев, А. А. Шатохин // Мир транспорта. – 2015. – Т. 13, № 5(60). – С. 100–113. – EDN VMBQBN.

44 Есть опасения // Сигнал : информ. бюл. Рос. профсоюза железнодорожников и трансп. строителей. – 2023. – № 24. – URL: https://rospofzhel.ru/signal/signal/signal_24_2023/est_opaseniya (дата обращения: 17.08.2026).

45 Задорожний, В. М. Жёсткие и мягкие математические модели в изучении процесса управления порожними вагонопотоками / В. М. Задорожний, В. А. Богачев, Т. В. Богачев // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2024. – № 9. – С. 49-54. – DOI 10.36535/0236-1914-2024-09-6. – EDN DOUNKO.

46 Задорожний, В. М. Развитие методов распределения порожних вагонопотоков припортовой транспортно-технологической системы в конкурентных условиях : специальность 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Задорожний Вячеслав Михайлович. – Ростов-на-Дону, 2018. – 229 с. – EDN AWVMVD.

47 Задорожний, В. М. Рациональные распределения вагонопотоков операторской компании: разработка новых подходов в математическом моделировании / В. М. Задорожний, В. А. Богачев, Т. В. Богачев // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2024. – № 1. – С. 29–34. – DOI 10.36535/0236-1914-2024-01-5. – EDN GVMYZZSK.

48 Зажигалкин, А. В. Быстро адаптироваться к меняющейся среде / А. В. Зажигалкин // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 11. – С. 44–45. – ISSN 0044-4448.

49 Замятина, А. Ю. Построение модели отраслевой функции издержек естественной монополии ОАО «РЖД» / А. Ю. Замятина. – Текст: электронный // JSRP. – 2014. – № 14(18). – С. 25–30. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-modeli-otraslevoy-funktsii-izderzhek-estestvennoy-monopolii-oao-rzhd> (дата обращения: 18.05.2026).

50 Зубков, В. В. Особенности формирования стратегии развития кластеров комплексной транспортной услуги / В. В. Зубков, Н. Ф. Сирина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3(87). – С. 116–125. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_3_116. – EDN VJQMIM.

51 Инновационная логистика развития железнодорожного транспорта в условиях глобализации и регионализации мировой экономики / В. Т. Волков, П. В. Куренков, И. А. Солоп [и др.] // Логистика. – 2023. – № 6(199). – С. 16–19. – DOI 10.54959/22197222_2023_06_16. – EDN HGYANH.

52 Инновационные процессы логистического менеджмента в интеллектуальных транспортных системах : монография: в 4 томах / под общей редакцией профессора Б. А. Лёвина и профессора Л. Б. Миротина. – Москва : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – Том 1. Инновационные процессы в рамках транспортного менеджмента. – 336 с. – ISBN 978-5-89035-867-7.

53 Календжян, С. О. Аутсорсинг и делегирование полномочий в деятельности компаний : специальность 08.00.05 «Экономика и управление

народным хозяйством» : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Календжян Сергей Оганович. – Москва, 2003. – 305 с.

54 Календжян, С. О. Три постулата теории аутсорсинга и делегирования полномочий / С. О. Календжян, Д. А. Стапран // Российское предпринимательство. – 2016. – Т. 17, № 18. – С. 2415–2432. – DOI 10.18334/rp.17.18.36547.

55 Катится, катится голубой вагон // Кузнецкий рабочий. – 2015. – 14 июля. – URL: <https://kuzrab.ru/rubriki/obshestvo/katitsya-katitsya-goluboy-vagon/> (дата обращения: 17.08.2026). – Текст: электронный.

56 Кацер, Н. Н. Организация аутсорсинговой деятельности на железнодорожном транспорте / Н. Н. Кацер, Г. И. Паламарчук // Специальная техника и технологии транспорта. – 2019. – № 2(40). – С. 123–128. – EDN JOCQLS.

57 Ковалев, К. Е. Совершенствование транспортных технологических процессов железнодорожной сети / К. Е. Ковалев, А. В. Новичихин // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2024. – Т. 21, № 1. – С. 178-186. – DOI 10.20295/1815-588X-2024-01-178-186. – EDN FEXDTF.

58 Козлов, П. А. Модель оптимизации управления парками вагонов разных собственников / П. А. Козлов, И. П. Владимирская, Н. А. Тушин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2010. – № 3(39). – С. 93–98. – EDN MVCCYX.

59 Козлов, П. А. Управление транспортными потоками при случайном разбросе в параметрах / П. А. Козлов, В. П. Козлова, М. А. Туманов // Наука и техника транспорта. – 2023. – № 1. – С. 90–95. – EDN UQJZOO.

60 Колесников, М. В. Математический инструментарий процессного подхода при организации транспортно-логистических цепей / М. В. Колесников, Ю. В. Шаповалова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 2(74). – С. 98–103. – EDN EUGPIY.

61 Колобов, А. И. Развитие логистических услуг в условиях изменений / А. И. Колобов, Э. А. Мамаев // Сборник научных трудов «Транспорт: наука, образование, производство» : труды Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 26–28 апреля 2023 года. Том 2. – Ростов-на-Дону:

Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 193–196. – ISBN 978-5-907295-89-6. – EDN EAWXLN.

62 Концептуальные предложения по оптимизации процессной модели управления парком порожних грузовых вагонов / О. В. Москвичев, А. Т. Осьминин, Е. Е. Москвичева, Е. А. Куприянова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 2(102). – С. 165-174. – DOI 10.46973/0201-727X_2026_2_165. – EDN XQCIRU.

63 Королева, Д. С. Оценка факторов, влияющих на простой транзитного вагона без переработки на сортировочной станции / Д. С. Королева, В. Е. Соколова, И. Г. Белозерова // Научно-техническому и социально-экономическому развитию Дальнего Востока России – инновации молодых : Тезисы докладов 80-й Межвузовской студенческой научно-практической конференции. В 2-х томах, Хабаровск, 21–25 марта 2022 года / Под редакцией А.З. Ткаченко. Том 1. – Хабаровск : Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 164. – EDN MFHYXW.

64 Кубрак, Н. А. Экономическая оценка консолидации парка грузовых вагонов: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – транспорт) / Кубрак Наталья Александровна; [Место защиты: Сибирский государственный университет путей сообщения]. – Новосибирск, 2017. – 180 с.

65 Курбанов, А. Х. Аутсорсинг: история, методология, практика : монография / А. Х. Курбанов, В. А. Плотников. – Москва : Инфра-М, 2012. – 112 с. – ISBN 978-5-16-005159-8.

66 Куренков, П. В. Загрузка железнодорожной инфраструктуры: проблемы и решения / П. В. Куренков, М. Ю. Карышев // Логистика. – 2024. – № 10. – С. 26–29.

67 Куренков, П. В. Эффективное взаимодействие компаний-операторов и ОАО «РЖД» как основа конкурентоспособности транспортно-логистической

системы России: модельный подход / П. В. Куренков, Л. В. Соловьева // Проблемы безопасности российского общества. – 2014. – № 3–4. – С. 75-94. – EDN TBXSYJ.

68 Ламанова, В. А. Эффект масштаба на железнодорожном предприятии [Текст] / В. А. Ламанова. – Текст: электронный // Экономика и бизнес. – 2018. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effekt-masshtaba-na-zheleznodorozhnom-predpriyatii> (дата обращения: 18.05.2026).

69 Ламехов, В. А. Математическая модель системы «пути необщего пользования – железнодорожная станция» / В. А. Ламехов, Е. К. Коровяковский // Анализ и прогнозирование систем управления в промышленности, на транспорте и в логистике : сборник трудов XXV Международной научно-практической конференции молодых ученых, студентов и аспирантов, Санкт-Петербург, 22–24 апреля 2025 года. – Санкт-Петербург: Медиапапир, 2025. – С. 185-190. – EDN NCIWMY.

70 Ламехов, В. А. Построение краткосрочного прогноза количества вагонов на станции и путях необщего пользования / В. А. Ламехов, Е. К. Коровяковский // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2024. – Т. 21, № 1. – С. 199-216. – DOI 10.20295/1815-588X-2024-01-199-216. – EDN TVPFPFG.

71 Лapidус, Б. М. Задачи опережающего развития российских железных дорог / Б. М. Лapidус // Железнодорожный транспорт. – 2023. – № 2. – С. 4–14. – EDN HYNHML.

72 Лapidус, Б. Формирование бесшовной транспортной системы - новая парадигма открытого железнодорожного транспорта в условиях цифровой трансформации / Б. Лapidус, Л. Лapidус // Проблемы теории и практики управления. – 2018. – № 1. – С. 79–88. – EDN YMHVAG.

73 Лapidус, Б. М. Аутсорсинг как одно из приоритетных направлений в реформировании и повышении эффективности Российских железных дорог. Деятельность тендерной комиссии ОАО «РЖД» / Б. М. Лapidус // Железнодорожный транспорт / Российские железные дороги. – Москва. – 2006. – № 2. – С. 40–44.

74 Левин, Б. А. Цифровая железная дорога: принципы и технологии / Б. А. Левин, В. Я. Цветков // Мир транспорта. – 2018. – Т. 16, № 3(76). – С. 50–61. – DOI doi.org/10.30932/1992-3252-2018-16-3-5. – EDN XVYKXJ.

75 Логинов, С. И. Показатели для определения размеров грузовых фронтов грузовых районов и контейнерных пунктов / С. И. Логинов, М. В. Губарь // Актуальные проблемы управления перевозочным процессом : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург : Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 2012. – С. 58–68. – EDN TASMVY.

76 Логистика : научная монография / В. В. Багинова, Л. С. Федоров, Е. А. Сысоева [и др.] ; Под общ. ред. В. В. Багиновой. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Прометей», 2020. – 292 с. – ISBN 978-5-00172-070-6. – EDN BAZZED.

77 Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики : учебник / Б. А. Аникин, Т. А. Родкина, В. А. Волочиенко [и др.] ; Под редакцией Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Проспект», 2021. – 344 с. – ISBN 978-5-392-33397-4.

78 Логистика: управление в грузовых транспортно-логистических системах : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям направления подготовки дипломированных специалистов 653400 «Организация перевозок и управление на транспорте» / Л. Б. Миротин [и др.] ; под редакцией Л. Б. Миротина. – Москва : Юристъ, 2002. – 414 с. – (Homo faber). – ISBN 5-7975-0523-1.

79 Маколова, Л. В. Экологизация транспортной деятельности на урбанизированных территориях на основе реинжиниринга инфраструктуры / Л. В. Маколова, Э. А. Мамаев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 1(89). – С. 86–94. – DOI [10.46973/0201-727X_2023_1_86](https://doi.org/10.46973/0201-727X_2023_1_86).

80 Малютина, О. Н. Формирование системы маркетингового взаимодействия предприятий на основе аутсорсинга : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» : диссертация на соискание

ученой степени кандидата экономических наук / Малютин О. А. – Москва, 2007. – 204 с.

81 Мамаев, Э. А. Логистика и транспорт в цифровой экономике / Э. А. Мамаев // Транспорт и логистика: инновационная инфраструктура, интеллектуальные и ресурсосберегающие технологии, экономика и управление : Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 07–08 февраля 2018 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. – С. 8–12. – ISBN 978-5-88814-772-6. – EDN ZAIJGX.

82 Мамаев, Э. А. Логистические тренды развития элементов транспортной системы России в современной экономике / Э. А. Мамаев // Транспорт и логистика: инновационное развитие в условиях глобализации технологических и экономических связей : Сборник научных трудов, Ростов-на-Дону, 08-09 февраля 2017 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2017. – С. 168–171. – EDN ZGGLAL.

83 Мамаев, Э. А. Методические аспекты оценки рынка операторской деятельности на железнодорожном транспорте / Э. А. Мамаев, К. А. Годованый // Сборник научных трудов IV международной научно-практической конференции «Транспорт и логистика: пространственно-технологическая синергия развития», Ростов-на-Дону, 03–04 февраля 2020 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2020. – С. 184–187. – EDN RNILIJ.

84 Мамаев, Э. А. Модели согласованного развития элементов логистических цепей / Э. А. Мамаев // Современное развитие науки и техники : сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 28-30 сентября 2017 года. Том 2. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2017. – С. 160–162. – EDN YNYGAB.

85 Мамаев, Э. А. Модели структурного развития транспортного холдинга / Э. А. Мамаев, М. В. Колесников // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2012. – № 4. – С. 28–30. – EDN OXSRTN.

86 Мамаев, Э. А. Модель активности агентов в транспортно-логистических и технологических системах / Э. А. Мамаев, А. Н. Гуда, К. А. Годованый // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 12. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2021/7345. – eISSN 2073-8633.

87 Мамаев, Э. А. Производственная логистика и управление цепями поставок на железнодорожном транспорте / Э. А. Мамаев, Б. А. Мамаева // Труды международной научно-практической конференции «Транспорт-2014», Ростов-на-Дону, 22-25 апреля 2014 года / Министерство транспорта Российской Федерации; Федеральное агентство железнодорожного транспорта; Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления Российской академии наук; Южный научный центр Российской академии наук и др. Часть 1. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2014. – С. 194-195. – EDN TSDAOP.

88 Мамаев, Э. А. Развитие логистического аутсорсинга в России: антикризисные императивы качественной трансформации / Э. А. Мамаев, М. В. Михайлюк // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2015. – № 4 (52). – С. 28–33. – ISSN 1991-0533.

89 Мамаев, Э.А. Объектная модель городской транспортной системы в оптимальном управлении / Э.А. Мамаев, А.И. Хашев. – Текст: электронный // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 2. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4899 (дата обращения: 23.05.2026).

90 Мартышкин, Р. В. Развитие сети мультимодальных транспортнологистических центров / Р. В. Мартышкин, А. В. Заковоротный, А. П. Маслова // Железнодорожный транспорт. 2020. – № 12. – С. 13–17. – ISSN 0044-4448.

91 Медникова, О. В. Транспортная логистика и роль железнодорожного транспорта в ней / О. В. Медникова, А. В. Резер // Вестник Московской международной академии. – 2017. – № 2. – С. 83-85. – EDN YLANRQ.

92 Методические подходы к организации перевозочного процесса на основе технико-технологических параметров / А. Ф. Осьминин, В. В. Панин, Е. С.

Максимова, Е. А. Лаханкин // Транспорт Урала. – 2023. – № 1(76). – С. 33-36. – DOI 10.20291/1815-9400-2023-1-33-36. – EDN UPCRGA.

93 Михайлюк, М. В. Логистика интернет-торговли как фактор развития многоканальных цепей поставок в системе товародвижения потребительского рынка : монография / М. В. Михайлюк; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2018. – 232 с. – ISBN 978-5-88814-800-6

94 Модели логистики технологического аутсорсинга в транспортно-логистических системах / К. А. Годованый, В. Д. Верескун, А. Н. Гуда [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 3(87). – С. 219-231. – EDN AUAKGB.

95 Модификация модели распределения вагонопотоков с позиции цифровой трансформации / М. В. Колесников, В. М. Задорожний, М. В. Бакалов, Ю. А. Бакалова // XVI Всероссийская мультikonференция по проблемам управления (МКПУ-2023) : материалы мультikonференции. В 4 т. Волгоград, 11–15 сентября 2023 года. Том 4. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2023. – С. 211-213. – EDN CPBPUQ.

96 Москвичев, О. В. Анализ механизмов влияния на профицит подвижного состава на сети железных дорог / О. В. Москвичев, Е. А. Куприянова // Железнодорожный транспорт и технологии : сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Екатеринбург, 29–30 октября 2025 года. Вып. 1 (270). – Екатеринбург: Уральский государственный университет путей сообщения, 2026. – С. 184-186. – EDN ENTNZZ.

97 Москвичев, О. В. Внедрение цифровых технологий на основе оценки эффективности информационного и технологического взаимодействия грузовых железнодорожных станций с примыкающими путями необщего пользования / О. В. Москвичев, А. А. Грузд // Наука и образование транспорту. – 2024. – № 1. – С. 108-111. – EDN HEXOHD.

98 Москвичев, О. В. К вопросу о профиците вагонного парка на сети железных дорог / О. В. Москвичев, Е. А. Куприянова // Наука и образование транспорту. – 2025. – № 1. – С. 135-137. – EDN VXXSBG.

99 Москвичев, О. В. Концептуальная модель организации продвижения вагонопотоков на основе сквозного контроля сроков доставки грузов / О. В. Москвичев, Е. А. Мищенко, С. Н. Титаренко // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2022. – Т. 81, № 2. – С. 179-187. – DOI 10.21780/2223-9731-2022-81-2-179-187. – EDN QAUJCU.

100 Москвичев, О. В. На основе сквозного контроля сроков доставки грузов и порожних вагонов / О. В. Москвичев, Е. Е. Москвичева, Е. А. Мищенко // Железнодорожный транспорт. – 2022. – № 9. – С. 12-16. – EDN QQQUGR.

101 Москвичев, О. В. Об унификации требований к разработке единых технологических процессов железнодорожных станций примыкания и путей необщего пользования / О. В. Москвичев, Е. Е. Москвичева, Д. В. Куляпин // Железнодорожный транспорт. – 2026. – № 8. – С. 10-14. – EDN KYXXIT.

102 Москвичев, О. В. Оценка объемов грузопотоков с использованием транспортного-экономического баланса для стратегического планирования развития ТЛИ / О. В. Москвичев, С. В. Мансурова // Наука и образование транспорту. – 2025. – № 1. – С. 137-140. – EDN EKVWYW.

103 На основе логистической модели управления / А. Г. Черняев, В. Н. Зубков, Э. А. Мамаев, Е. А. Чеботарева // Железнодорожный транспорт. – 2017. – № 11. – С. 17-24. – EDN ZRKSOE.

104 Напольских, Д. Л. Методологические подходы к оптимизации пространственного размещения предприятий региональных промышленных кластеров / Д. Л. Напольских // Теоретическая и прикладная экономика. – 2018. – № 3. – С. 170-180. – eISSN 2409-8647.

105 Наумов, И. В. Исследование межрегиональных взаимосвязей в процессах формирования инвестиционного потенциала территорий методами пространственного моделирования / И. В. Наумов // Экономика региона. – 2019. – Т. 15, № 3. – С. 720–735.

106 О моделях трансформации деятельности логистического оператора / К. А. Годованый, В. В. Зырянов, А. И. Колобов, Э. А. Мамаев // Вестник

Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1(93). – С. 55-65. – DOI 10.46973/0201-727X_2024_1_55. – EDN EJJZPM.

107 Оборин, М. С. Тенденции развития транспортно-логистических систем региона / М. С. Оборин // Сервис в России и за рубежом. – 2019. – Т. 13, № 4(86). – С. 188-196. – DOI 10.24411/1995-042X-2019-10417. – EDN UINLGQ.

108 Особенности управления эксплуатационной работой и организации перевозочного процесса на российских железных дорогах: опыт, состояние и перспективы / Н. О. Бересток, А. С. Шумский, Г. М. Биленко, С. П. Шумский // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : сборник трудов научно-практической конференции с международным участием, Москва, 20–21 октября 2021 года. – Москва: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», 2022. – С. 45-53. – EDN EGCHXV.

109 Осьминин, А. Т. Совершенствование системы планирования перевозок грузов / А. Т. Осьминин, И. Г. Белозерова // Железнодорожный транспорт. – 2020. – № 3. – С. 17–21. – EDN IKUOSF.

110 Панкратова, Е. А. Анализ влияния транспорта на экономический рост / Е. А. Панкратова // Транспортное дело России. – 2020. – № 3. – С. 57-59. – ISSN 2072-8689. – EDN QMCQEA.

111 Перевозки грузов в железнодорожно-морском сообщении на юге России / К. В. Кудряшов, В. Н. Зубков, Э. А. Мамаев, Е. А. Чеботарева // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 4. – С. 4-10. – ISSN 0044-4448. – EDN HBGALS.

112 Перспективы исследований транспортно-технологических параметров узловых пунктов концентрации и распределения припортовых вагонопотоков / В. М. Задорожний, О. Н. Числов, М. В. Колесников [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1(85). – С. 72-81. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_1_72. – EDN QAPOPR.

113 Покровская, О. Д. Принципы реализации комплексных транспортно-логистических услуг на железнодорожном транспорте и требования к ним / О. Д.

Покровская // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2020. – Т. 17, № 3. – С. 288–303. – DOI 10.20295/1815-588X-2020-3-288-303.

114 Порицкий, И. А. Принципы и положения единого информационного пространства рынка транспортных услуг / И. А. Порицкий, Э. А. Мамаев // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 1(24). – С. 15. – eISSN 2073-8633. – EDN PYZMPX.

115 Постановление Правительства РФ от 18.05.2001 N 384 (ред. от 22.07.2009) «О Программе структурной реформы на железнодорожном транспорте». – Текст: электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_31692/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/?ysclid=mtcsipm0qq553834176 (дата обращения: 15.05.2026).

116 Постановление Росстата от 27.07.2006 N 42 (ред. от 18.08.2008) «Об утверждении статистического инструментария для организации статистического наблюдения за деятельностью в области науки, инвестиций и труда на 2007 год» – Текст: электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_62699/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (дата обращения: 08.05.2026).

117 Привезенцева, А. В. Производственно-технологический аутсоринг в системе управления современным приборостроительным предприятием / А. В. Привезенцева // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2011. – № 9 (33). – С. 24. – eISSN 1999-4516.

118 Проблема повышения скорости грузовых отправок / Б. М. Лapidус, А. Т. Осьминин, И. И. Осьминина, Т. А. Малахова // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 108–116. – DOI 10.20295/1815-588X-2026-1-108-116. – EDN JCBSKV.

119 Проблематика функционирования транспортных узлов в России и за рубежом / Е. Н. Тимухина, Н. В. Кашеева, Н. Е. Окулов, В. В. Лесных // Вестник транспорта Поволжья. – 2022. – № 3(93). – С. 65-72. – EDN DTPXXW.

120 Проблемы организации порожних вагонопотоков на сети железных дорог и возможные пути их решения / Г. М. Биленко, А. А. Шатохин, Н. Л.

Медведева, А. М. Орлов // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта : Межвузовский сборник научных трудов. – Москва : Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», 2022. – С. 16–23. – EDN ZMDHUW.

121 Развитие инфраструктуры и внедрение новых технологических решений на Северо-Кавказской железной дороге в условиях роста объемов перевозок грузов / Д. Г. Кучинский, М. Н. Климов, А. И. Крамаренко, В. Н. Зубков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2(70). – С. 109–117. – ISSN 0201-727X. – EDN USMVSA.

122 Развитие методов моделирования в выборе рациональных параметров распределения вагонопотоков припортовых транспортных систем / О. Н. Числов, М. В. Колесников, В. М. Задорожний [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 2(82). – С. 168–179. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_2_168. – EDN HXLEAI.

123 Райзберг, Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. – Москва : НИЦ Инфра-М, 2019. – 512 с. – ISBN 9785160099668.

124 Распределение вагонопотоков операторской компании в припортовых транспортных узлах методом экономико-географического разграничения / О. Н. Числов, В. А. Богачев, В. М. Задорожний, Т. В. Богачев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2016. – Т. 13. – № 3 (48). – С. 302–313. – ISSN 1815-588X.

125 Рахмангулов, А. Н. Управление транспортными системами. Теоретические основы : учебное пособие / А. Н. Рахмангулов, С. В. Трофимов, С. Н. Корнилов ; Министерство образования Российской Федерации, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2001. – 191 с. – ISBN 5-89514-208-7.

126 Резер, А. В. Транспортно-логистическая система как фактор повышения эффективности транспортного производства / А. В. Резер // Транспортное дело России. – 2015. – № 6. – С. 236–239. – EDN VLMVOF.

127 РЖД-Партнёр. Рост оборота вагонов: в чем истинная причина. – Текст: электронный // РЖД-Партнёр. – 2025. – URL: <https://www.rzd-partner.ru/publications/rzd-partner/-spec-5-6-march-2025/rost-oborota-vagona-v-chem-istinnye-prichiny/> (дата обращения: 23.05.2026).

128 Савин, Г. В. Онтология транспортно-логистической системы в условиях цифровизации / Г. В. Савин // ЦИТИСЭ. – 2019. – № 5(22). – С. 335–343. – DOI 10.15350/24097616.2019.5.30. – eISSN 2409-7616. – EDN HYFBHN.

129 Савосина, М. И. Оценка эффективности устойчивого развития транспорта / М. И. Савосина // Мир транспорта. – 2020. – Т. 18, № 2(87). – С. 50–66. – DOI 10.30932/1992-3252-2020-18-50-66. – EDN KEDIDR.

130 Сергеева, Т. Г. Оптимизация деятельности логистических провайдеров в условиях построения новых цепей поставок / Т. Г. Сергеева, Л. А. Зятикова // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 197–214. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-197-214.

131 Сергеева, Т. Г. Процесс принятия решения о передаче работ и услуг на аутсорсинг / Т. Г. Сергеева, В. А. Самарин, И. Р. Химач // Техник транспорта: образование и практика. – 2022. – Т. 3, № 2. – С. 196–201. – DOI 10.46684/2687-1033.2022.3.196-201.

132 Синяев, В. В. Логистика строительства с помощью аутсорсинга / В. В. Синяев // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2008. – № 1. – С. 130–134.

133 Синяев, В. В. Стратегии аутсорсинга в строительстве: аспекты маркетинга, логистики, PR / В. В. Синяев. – Москва : Дашков и К°, 2005. – 170 с. – ISBN 5-8316-0091-2.

134 Сирина, Н. Ф. Анализ взаимодействия ключевых показателей эффективности с целевыми результатами деятельности компании / Н. Ф. Сирина, В. Л. Герус // Вестник Ростовского государственного университета путей

сообщения. – 2023. – № 3(91). – С. 57-65. – DOI 10.46973/0201-727X_2023_3_57. – EDN NSDGWZ.

135 Сирина, Н. Ф. Единый сетевой технологический процесс как фактор повышения качества транспортного обслуживания / Н. Ф. Сирина, В. Л. Герус // Транспорт и логистика: актуальные проблемы стратегического развития и оперативного управления : VI международная научно-практическая конференция, Ростов-на-Дону, 04–05 февраля 2022 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 219-222. – EDN PAXQGY.

136 Сирина, Н. Ф. Формирование системы сбалансированных показателей как инструмента управления эффективностью транспортных бизнес-систем / Н. Ф. Сирина, В. Л. Герус // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 1(65). – С. 4-12. – DOI 10.20291/2079-0392-2025-1-4-12. – EDN BEDYEO.

137 Скрипников, И. Н. Анализ факторов, влияющих на выбор вида транспорта при перевозке грузов в России / И. Н. Скрипников. – Текст: электронный // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 4 (38). – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3375 (дата обращения: 23.05.2026).

138 Смирнова, Е. А. Модели и методы управления цепями поставок / Е. А. Смирнова, А. В. Зуев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2022. – № 2. – С. 95-100. – DOI 10.24143/2073-5537-2022-2-95-100. – EDN IPCWGQ.

139 Смирнова, Е. А. Особенности развития логистической инфраструктуры Китая в условиях цифровой трансформации / Е. А. Смирнова, Л. Цзян // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. – 2023. – Т. 14, № 4(61). – С. 143–146. – EDN IUPGDK.

140 Смирнова, Е. А. Эволюционное развитие технологической основы логистической системы / Е. А. Смирнова, Л. Цзян // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2023. – № 4. – С. 82-86. – DOI 10.24143/2073-5537-2023-4-82-86. – EDN IESGOE.

141 Современные технологические и инновационные решения, направленные на увеличение пропускных и провозных способностей железнодорожных направлений / В. А. Воронин, П. В. Куренков, И. А. Солоп, Е. А. Чеботарева // Транспортные системы и технологии. – 2021. – Т. 7, № 2. – С. 16-29. – DOI 10.17816/transsyst20217216-29. – EDN UVABEO.

142 СОЖТ. Аналитика. Обзоры работы грузового железнодорожного транспорта. – Текст: электронный // СОЖТ. – 2026. – URL: <https://railsovet.ru/analitika/obzory-raboty-gruzovogo-zheleznodorozhnogo-transporta/> (дата обращения: 23.05.2026).

143 Соколов, М. Транспортная стратегия России на период до 2030 года / М. Соколов // Транспортная стратегия – XXI век. – 2013. – № 22. – С. 7–9. – EDN VEEFDR.

144 Структурно-функциональный подход к развитию пропускной способности железнодорожных полигонов / Н. А. Тушин, И. Г. Слободянюк, П. Е. Раевская, К. М. Тимухин // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 5(77). – С. 30–41. – DOI 10.52170/1815-9265-2025-77-30. – EDN HCFUML.

145 Сушков, С. И. Определение мощности транспортной системы на основе минимизации приведенных затрат / С. И. Сушков, О. Н. Бурмистрова. – Текст: электронный // Воронежский научно-технический вестник. – 2014. – Т. 3, № 3 (9). – С. 45–52. – URL: http://vestnikvglta.ru/arhiv/2014/3/6_3-9-2014.pdf (дата обращения: 23.05.2026).

146 Темнов, Э. С. Анализ некоторых подходов в современной практике транспортного моделирования / Э. С. Темнов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2018. – Т. 15, № 5(63). – С. 708–717. – EDN YNMBCP.

147 Технологические новшества в сфере услуг транспорта и логистики / Г. И. Поленникова, В. А. Гречушкин, Т. И. Сарычева [и др.] // СТАРТ в НАУКЕ - 2023 : сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 06 февраля 2023 года. – Петрозаводск: Международный центр

научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2023. – С. 189–195. – EDN NDJVOV.

148 Тимухина, Е. Н. Критерии эффективности при управлении транспортным предприятием / Е. Н. Тимухина, К. М. Тимухин // Транспорт Урала. – 2024. – № 1(80). – С. 83-89. – DOI 10.20291/1815-9400-2024-1-83-89. – EDN VZNXUM.

149 Транспортная логистика / А. Н. Рахмангулов, С. В. Трофимов, С. Н. Корнилов [и др.]. – Санкт-Петербург, 2003. – 279 с. – ISBN 5-901739-11-6. – EDN PVYANR.

150 Транспортно-логистические системы в условиях системных изменений в экономике / Э. А. Мамаев, А. Н. Гуда, В. А. Финоченко, К. А. Годованый // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2(86). – С. 145-154. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_2_145. – EDN KVKKYG.

151 Тулупов, А. В. Бенчмаркинг – инструмент активного развития / А. В. Тулупов, И. П. Васильев, Е. В. Палаткина // Железнодорожный транспорт. – 2022. – № 3. – С. 4–6. – ISSN 0044-4448. – EDN WQBLMG.

152 Управление эксплуатационной работой. Организация работы сортировочной станции / А. Ф. Бородин, Г. М. Биленко, Е. В. Бородина, Т. Г. Кузнецова. – Москва : Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», 2023. – 248 с. – ISBN 978-5-7473-1163-3. – EDN BADAZJ.

153 Федеральный закон от 10.01.2003 г. № 18-ФЗ «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации» (ред. от 14.06.2012 г.) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40444/?ysclid=mtctbiesd5141615375 (дата обращения: 23.05.2026).

154 Федеральный закон от 17 августа 1995 года №147-ФЗ «О естественных монополиях» (с изменениями и дополнениями) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1995. – 21 августа. – № 34. – Ст. 3426.

155 Федеральный закон от 31 декабря 2014 года №503-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Устав железнодорожного транспорта

Российской Федерации» и статью 2 Федерального закона «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2015. – 5 января. – № 1 (часть I). – Ст. 56.

156 Формирование множества альтернативных решений по выбору параметров структуры и технологии работы железнодорожных станций / А. А. Кощеев, Е. Н. Тимухина, Н. В. Кашеева [и др.] // Транспорт Урала. – 2022. – № 2(73). – С. 65-70. – DOI 10.20291/1815-9400-2022-2-65-70. – EDN JYRQRJ.

157 Хейвуд, Д. Б. Аутсорсинг: в поисках конкурентных преимуществ: пер. с англ. / Д. Б. Хейвуд. – Москва : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 176 с.

158 Ходыкин, Д. А. Способы определения технологически допустимого парка вагонов по операторам / Д. А. Ходыкин // Экономика железных дорог. – 2024. – № 7. – С. 27–34. – ISSN 1727-6500. – EDN DJJQIH.

159 Хусаинов, Ф. И. Демонполизация железнодорожного транспорта и развитие системы операторских компаний : монография / Ф. И. Хусаинов. – Саратов : Новый ветер, 2009. – 322 с. – ISBN 978-5-98116-103-2.

160 Хусаинов, Ф. И. Статистика транспорта / Ф. И. Хусаинов. – Текст: электронный // LiveJournal. – 2026. – URL: <https://f-husainov.livejournal.com/tag/Статистика%20транспорта/> (дата обращения: 23.05.2026).

161 Черненко, В. А. Аутсорсинг в России: тенденции и перспективы использования / В. А. Черненко, С. В. Юрьев // Экономический вектор. – 2018. – № 4(15). – С. 28–31. – ISSN 2411-7269. – EDN PJVZSL.

162 Черноусов, Е. В. Анализ рынка логистических провайдеров – зарубежный опыт / Е. В. Черноусов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2002. – № 6. – С. 70–88. – ISSN 1028-5857.

163 Числов, О. Н. Методы рационального размещения логистических транспортно-складских комплексов и распределения грузопотоков в крупных городских агломерациях / О. Н. Числов, В. В. Трапенов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 1(61). – С. 87-97. – ISSN 0201-727X. – EDN VTFJPF.

164 Шагинян, С. Г. Аутсорсинг в системе структурного реформирования ОАО «РЖД» / С. Г. Шагинян, Н. Ю. Тухтеева // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2012. – № 2(46). – С. 113–118. – EDN OYIZZD.

165 Шагинян, С. Г. Отношения аутсорсинга в рыночной адаптации предприятий ОАО «РЖД» / С. Г. Шагинян, Н. Ю. Тухтеева // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2013. – № 1(34). – С. 240-245. – EDN RRUXJN.

166 Шапкин, И. Н. Актуальные задачи в сфере организации перевозочного процесса / И. Н. Шапкин, А. Н. Вдовин // Железнодорожный транспорт. – 2022. – № 5. – С. 4–7. – EDN QWMIHU.

167 Шапкин, И. Н. Развитие логистических цифровых технологий управления перевозками / И. Н. Шапкин, А. Н. Вдовин // Железнодорожный транспорт. – 2022. – № 2. – С. 12-17. – EDN DYSCSQ.

168 Шепилова, Е. Г. Анализ информационных потоков и совершенствование организационно-технологической надежности предприятий железнодорожного транспорта / Е. Г. Шепилова. – Текст: электронный // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 2 (41). – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3674.

169 Экономика и логистика управления вагонными парками компаний-операторов : монография / Д. С. Бельницкий и др. ; М-во трансп. Российской Федерации, Федеральное агентство ж.-д. трансп., Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Самарский гос. ун-т путей сообщ. – Самара : СамГУПС, 2009. – 166 с. – ISBN 978-5-98941-097-2.

170 Югина, О. П. Особенности работы железнодорожного полигона с порожним вагонопотоком / О. П. Югина, Л. С. Жарикова // Транспорт Урала. – 2022. – № 1(72). – С. 24–29. – DOI 10.20291/1815-9400-2022-1-24-29. – EDN XULKPQ.

171 Arrow, K. J. The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-Market Allocations / K. J. Arrow // The Analysis and

Evaluation of Public Expenditures: The PBB-System, Joint Economic Committee, 91st Cong., 1st sess. Vol. 1. – Washington DC: Joint Economic Committee of Congress, 1969.

172 Baumol, W. J. Contestable markets and the theory of industry structure / William J. Baumol, John C. Panzar, Robert D. Willig; With contributions by Elizabeth E. Bailey et al. – New York etc. : Harcourt, Brace, Jovanovich, 1982. – XXX, 510 p. – ISBN 0-15-513910-X.

173 Bergqvist, R. Intermodal freight terminals: a governance life cycle framework / R. Bergqvist, J. Monios // Research in Transportation Business & Management, 2014.

174 Cantos, P. Vertical and horizontal separation in the European railway sector: effects on productivity / P. Cantos, J. M. Pastor, L. Serrano // Transport Policy, 2012.

175 Casullo, L. The Efficiency Impact of Open Access Competition in Rail Markets / L. Casullo // ITF/OECD Discussion Paper, 2016.

176 Caves, D. W. Productivity in U.S. Railroads, 1951–1974 / D. W. Caves, L. R. Christensen, J. A. Swanson // The Bell Journal of Economics. – 1980. – Vol. 11, No. 1. – P. 166–181.

177 Coase, R. H. Nature of the firm / R. H. Coase // Economica. New Series. – 1937. – Vol. 4, № 16. – P. 386–405.

178 Cohen, L. Multisourcing: moving beyond outsourcing to achieve growth and agility / L. Cohen, A. Young. – Boston: Harvard Business School Publishing, 2005. – 288 p. – ISBN 1-591-39797-9.

179 Directive 2012/34/EU of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 establishing a single European railway area (recast). Official Journal of the EU, L 343/32, 2012.

180 Drivers and barriers to the development of freight transportation at the south-west polygon of OAO «Russian Railways» / V. N. Zubkov, N. N. Musienko, E. V. Ryazanova, K. V. Anoshkin // AIP Conference Proceedings. Ser. «Proceedings of the Scientific Conference on Railway Transport and Engineering, RTE 2021». – 2021. – P. 020002.

181 Economic-geographical method delimiting wagon flows in the region considered: Model and algorithm / O. Chislov, V. Bogachev, V. Zadorozhnyi,

T. Bogachev // Transport problems. – 2018. – Vol. 13, No. 2. – P. 39–48.
DOI 10.20858/tp.2018.13.2.4.

182 Efficient and secure logistics transportation system / M. V. Kolesnikov, N. N. Lyabakh, E. A. Mamaev, M. V. Bakalov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 918, No. 1, 2020 – URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85094161137&doi=10.1088%2f1757-899X%2f918%2f1%2f012031&partnerID=40&md5=7fd5ec3f029edc4a7e99ba5ec0941225> (date of access: 23.05.2026).

183 Efficient technologies in railway transport. – Yekaterinburg : Общество с ограниченной ответственностью «Издательские решения», 2023. – 236 p. – ISBN 978-5-0059-3948-7. – EDN IDYCDM.

184 Europe's Rail Joint Undertaking. Master Plan and Work Programme. – Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2022.

185 European Union Agency for Railways (ERA). ECM certification scheme and safety frameworks. – Luxembourg : ERA Guidelines, 2020.

186 Florian, M. Pricing in transportation networks / M. Florian, S. Lawphongpanich // EURO Journal on Transportation and Logistics. – 2015. – Vol. 4 (2). – P. 195–196. – DOI 10.1007/s13676-015-0081-9.

187 Fourth Railway Package. Directive (EU) No 2016/797 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union (recast) (Text with EEA relevance). – Official Journal of the European Union. – 2016. – No L 138. P. 44–65.

188 Fourth Railway Package. Directive (EU). No 2016/798 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on railway safety (recast) (Text with EEA relevance) // Official Journal of the European Union. – 2016. – No. L 138. P. 102–113.

189 Fourth Railway Package. Regulation (EU) No 2016/796 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the European Union Agency for Railways and repealing Regulation (EC) No 881/2004 (Text with EEA relevance). – Official Journal of the European Union. – 2016. – No L 138. P. 1–43.

190 Friedlaender, A. F. Freight Transport Regulation: Equity, Efficiency, and Competition in the Rail and Trucking Industries / A. F. Friedlaender, R. H. Spady. – Cambridge, Mass. : MIT Press, 1981. – (MIT Press series on the regulation of economic activity; 1). – ISBN 9780262060721.

191 Galkin, A. Mechanisms for increasing of transportation efficiency using joint service of logistics systems / A. Galkin // Archive of transport. – 2019. – Vol. 49 (1). – P. 7–24. – DOI 10.5604/01.3001.0013.2770.

192 Godovany, K. (2023). Diversification of Operating Companies Services by Railway / K. Godovany, L. Zharikova // In: Guda, A. (eds) Networked Control Systems for Connected and Automated Vehicles. NN 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 509. Springer, Cham. – DOI 10.1007/978-3-031-11058-0_14.

193 Growitsch, C. Economies of scope in European railways: an efficiency analysis / C. Growitsch, H. Wetzel // Journal of Transport Economics and Policy, 2006.

194 Grzelak, M. Forecasting the demand transport services on the examples of a selected logistic operator / M. Grzelak, A. Borucka, Z. Buczynski // Archive of transport. 2019. – Vol. 54 (2). – P. 81–93. – DOI 10.5604/01/3001.0014.0210.

195 Kurenkov, P. V. The Perspective Trends in the Development of the Logistics Services Market in Russia: Rail Transport / P. V. Kurenkov, O. A. Ostashevskaya, J. Majerčák // Transport technic and technology. – 2025. – Vol. 20. P. 14–16. – DOI 10.2478/ttt-2024-0007.

196 Makolova, L. Multi-agent Green Logistics Technologies in the Export Transport / L. Makolova, E. Mamaev // Lecture Notes in Networks and Systems, 330 LNNS, 2022. – P. 360–369. – DOI 10.1007/978-3-030-87178-9_36.

197 Methodological Bases of Modeling and Optimization of Transport Processes in the Interaction of Railways and Maritime Transport / O. N. Chislov, V. M. Zadorozhniy, D. Lomash [et al.] // Modern Traffic Engineering in the System Approach to the Development of Traffic Networks. TSTP 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 1083. – P. 79–89. – Springer, Cham. – DOI 10.1007/978-3-030-34069-8_7.

198 Modelling of the rail freight traffic by the method of economic-geographical delimitation in the region of the South-Easter Coast of the Baltic Sea / O. N. Chislov, V. A. Bogachev, V. M. Zadorozhniy [et al.] // Transport problems. – 2019. – Vol. 14. – No. 2. – P. 77–87. – DOI 10.20858/tp.2019.14.2.7.

199 Nash, C. Track access charges: reconciling conflicting objectives : project report / C. Nash, Y. Crozet, H. Link [et al.]. – Brussels : Centre on Regulation in Europe (CERRE), 2018. – 27 p.

200 Optimizations of network layout and transport service frequencies in view of interests of transit line operators and utilizers / X. Zhu, X. Feng, L. Zhang, W. Hua // Archive of transport. – 2019. – Vol. 50 (2). – P. 47–55. – DOI 10.5604/01.3001.0013.5619.

201 Porter, M. E. The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance / M. E. Porter. – New York: Free Press, 1985. – 557 p.

202 RailNetEurope. Timetable Redesign (TTR) for Smart Capacity Management. – Vienna : RailNetEurope, 2021. – URL: rne.eu (date of access: 23.05.2026).

203 Sanchis-Pedregosa, C. Determinants of success in transport services outsourcing: empirical study in Europe / C. Sanchis-Pedregosa, J.A.D. Machuca, and M.-d. González-Zamora // The International Journal of Logistics Management. – 2018. – Vol. 29. – No. 1. – P. 261–283. – DOI 10.1108/IJLM-09-2016-0207.

204 Savelsbergh, M. Cost allocation under competition: a new rail access charging policy / M. Savelsbergh, M. Talebian // EURO Journal on Transportation and Logistics. – 2019. – Vol. 8 (5). – P. 511–534. – DOI 10.1007/s13676-018-0133-z.

205 Shapkin, I. N. Effective Methods and Transportation Processes Management Models at the Railway Transport : Textbook / I. N. Shapkin, V. N. Shmal, P. A. Minakov. – Москва : Российский университет транспорта, 2023. – 156 p. – EDN BFJEAO.

206 Specific Features of the Railway Polygon Operation with Empty Car Traffic / O. Yugrina, L. Zharikova, A. Bessolitsyn [et al.] // International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia - 2021. Volume 2, Новосибирск, 11–14 мая 2021 года. – Новосибирск: Springer Nature, 2022. – P. 376–384. – DOI 10.1007/978-3-030-96383-5_42. – EDN VTEFHT.

207 Time Parameters Optimization of the Export Grain Traffic in the Port Railway Transport Technology System / O. N. Chislov, V. M. Zadorozhniy, T. V. Bogachev [et al.] // Smart and Green Solutions for Transport Systems. – 2020. – Vol. 1091. – P. 126–137. – DOI 10.1007/978-3-030-35543-2_11.

208 Vigoureux-Steck, M. Statistical Cost Techniques for European Railways / M. Vigoureux-Steck. – 1990. Цит. по: The Translog Costs Function Applied to European Railways.

209 Wills-Johnson, N. Cost Functions for Australia's Railways / N. Wills-Johnson // Journal of Infrastructure Systems. – 2011. – Vol. 17, No. 1. – P. 1–14. – DOI 10.1061/(asce)is.1943-555x.0000037.

210 Zhang, X. Assessing the market niche of Eurasian rail freight in the belt and road era / X. Zhang, and H.-J. Schramm // The International Journal of Logistics Management. – 2020. – Vol. 31, No. 4. – P. 729–751. – DOI 10.1108/IJLM-12-2019-0351.

211 Zhuravskaya, M. A. Establishing a system of transport space indicators as a basis for managing the macro-territories spatial development / M. A. Zhuravskaya, M. B. Petrov // Business Logistics in Modern Management. Proceedings of the 20th international scientific conference. Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. – 2020. P. 61–73. – ISSN 1849-6148.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Листинг основных модулей Программы оценки целесообразности технологического аутсорсинга железнодорожных услуг на языке C++

Файл: ThreeServices.cpp (реализация модели)

```
#include "ThreeServices.h"
#include "../math_utils.h" // Вспомогательные
математические функции (safeLog, findRoots и др.)
#include <QPointF>
#include <QStringList>
#include <QVector>
#include <cmath>
#include <optional>
// Анонимное пространство имён — внутренние
константы, структуры и вспомогательные функции
namespace {
constexpr double kLambdaMin = 0.1; //
Минимальный масштаб для поиска корней и
построения графиков
constexpr double kLambdaMax = 5.0; // Начальный
максимальный масштаб (автоматически
расширяется)
// Имена трёх услуг (для отображения в интерфейсе)
const QStringList kServiceNames = {
    "Обслуживание подъездных путей",
    "Отстой порожнего подвижного состава",
    "Перевозка грузов",
};
// Значения по умолчанию для каждой услуги: V,
coeff, x, y, v2, dOut
const QVector<QVector<double>> kServiceDefaults = {
    {100.0, 1.0, 50.0, 10.0, 10.0, 20.0},
    {200.0, 0.5, 30.0, 8.0, 10.0, 15.0},
    {150.0, 1.5, 80.0, 12.0, 10.0, 40.0},
};
// Структура, описывающая одну услугу со всеми
параметрами
struct Service {
    int index = 0; // Индекс услуги (соответствует
kServiceNames)
    double V = 0.0; // Объём (основная переменная)
    double coeff = 1.0; // Коэффициент приведения
объёма к приведённому
    double x = 0.0; // Тариф (коэффициент при
доходе)
    double y = 0.0; // Коэффициент нелинейности
дохода
    double v2 = 0.0; // Сдвиг в логарифме дохода
(база)
    double dOut = 0.0; // Переменные затраты
аутсорсера на единицу объёма
};
// Структура, содержащая все входные параметры
модели
```

```
struct Params {
    QVector<Service> services; // Выбранные услуги
    double aTotal = 0.0; // Общие постоянные
затраты (A_total)
    double eTotal = 0.0; // Общий эффект масштаба
(E_total)
    double v1Total = 0.0; // База общих затрат
(v1_total)
    double cOwner = 0.0; // Удельные затраты
собственника (c_owner)
};
// Чтение параметров одной услуги из входного
словаря по её индексу
Service readService(const QVariantMap &inputs, int
index)
{
    const QString n = QString::number(index);
    return {index,
        inputs.value("V_" + n).toDouble(),
        inputs.value("coeff_" + n).toDouble(),
        inputs.value("x_" + n).toDouble(),
        inputs.value("y_" + n).toDouble(),
        inputs.value("v2_" + n).toDouble(),
        inputs.value("d_out_" + n).toDouble()};
}
// Чтение всех входных параметров и формирование
структуры Params
Params readInputs(const QVariantMap &inputs, const
QList<int> &selected)
{
    Params p;
    for (int index : selected)
        p.services.append(readService(inputs, index));
    p.aTotal = inputs.value("A_total").toDouble();
    p.eTotal = inputs.value("E_total").toDouble();
    p.v1Total = inputs.value("v1_total").toDouble();
    p.cOwner = inputs.value("c_owner").toDouble();
    return p;
}
// Доход от одной услуги:  $x \cdot V - y \cdot \ln(V + v2)$ 
double revenue(const Service &service)
{
    return service.x * service.V - service.y *
safeLog(service.V + service.v2);
}
// Суммарный доход по всем услугам
double totalRevenue(const QVector<Service> &services)
{
    double sum = 0.0;
    for (const Service &service : services)
```

```

        sum += revenue(service);
    return sum;
}
// Приведённый объём для одной услуги: coeff * V
double equivalentVolume(const Service &service)
{
    return service.coeff * service.V;
}
// Суммарный приведённый объём по всем услугам
double totalEquivalentVolume(const QVector<Service>
&services)
{
    double sum = 0.0;
    for (const Service &service : services)
        sum += equivalentVolume(service);
    return sum;
}
// Суммарные переменные затраты аутсорсера: dOut
* V
double totalVariableCost(const QVector<Service>
&services)
{
    double sum = 0.0;
    for (const Service &service : services)
        sum += service.dOut * service.V;
    return sum;
}
// Общие затраты (shared cost) — зависят от
приведённого объёма:
// A_total - E_total * ln(приведённый_объём +
v1_total)
double sharedCost(const Params &p, const
QVector<Service> &services)
{
    return p.aTotal - p.eTotal *
safeLog(totalEquivalentVolume(services) + p.v1Total);
}
// Себестоимость оператора (аутсорсера) = общие
затраты + переменные затраты
double operatorCost(const Params &p, const
QVector<Service> &services)
{
    return sharedCost(p, services) +
totalVariableCost(services);
}
// Затраты собственника = cOwner *
приведённый_объём
double ownerCost(const Params &p, const
QVector<Service> &services)
{
    return p.cOwner * totalEquivalentVolume(services);
}
// Масштабирование всех объёмов услуг на
коэффициент scale
QVector<Service> scaledServices(const
QVector<Service> &base, double scale)
{
    QVector<Service> scaled = base;
    for (Service &service : scaled)

```

```

        service.V *= scale;
    return scaled;
}
// Прибыль при заданном масштабе (доход - затраты
оператора)
double profitAtScale(const Params &p, double scale)
{
    const QVector<Service> scaled =
scaledServices(p.services, scale);
    return totalRevenue(scaled) - operatorCost(p, scaled);
}
// Поиск точки безубыточности (первый корень
прибыли) на интервале с адаптивным расширением
std::optional<double> breakEvenScale(const Params
&p)
{
    auto fn = [&p](double scale) { return profitAtScale(p,
scale); };
    return findFirstRootAdaptive(fn, 0.0, kLambdaMax,
1.0e4);
}
// Поиск точки равенства затрат собственника и
аутсорсера (crossover)
std::optional<double> clientCrossoverScale(const
Params &p)
{
    auto fn = [&p](double scale) {
        const QVector<Service> scaled =
scaledServices(p.services, scale);
        return ownerCost(p, scaled) - operatorCost(p,
scaled);
    };
    return findFirstRootAdaptive(fn, 0.0, kLambdaMax,
1.0e4);
}
// Распределение общих затрат на одну услугу
пропорционально её приведённому объёму
double allocatedServiceCost(const Service &service,
double totalEq, double commonCost)
{
    const double share = totalEq > 0.0 ?
equivalentVolume(service) / totalEq : 0.0;
    return service.dOut * service.V + commonCost *
share;
}
// Преобразование QVector<QPointF> в QVariantList
(для передачи в QML)
QVariantList toPointList(const QVector<QPointF>
&points)
{
    QVariantList list;
    list.reserve(points.size());
    for (const QPointF &point : points)
        list.append(point);
    return list;
}
} // namespace
// Конструктор
ThreeServices::ThreeServices(QObject *parent)

```

```

: QObject(parent)
{
}
// Возвращает список выбранных услуг как
QVariantList
QVariantList ThreeServices::selectedServices() const
{
    QVariantList result;
    for (int index : m_selectedServices)
        result.append(index);
    return result;
}
// Устанавливает список выбранных услуг
(нормализует, убирая дубли и недопустимые
индексы)
void ThreeServices::setSelectedServices(const
QVariantList &services)
{
    QList<int> normalized;
    for (int index = 0; index < kServiceNames.size();
++index) {
        for (const QVariant &value : services) {
            bool ok = false;
            const int requested = value.toInt(&ok);
            if (ok && requested == index) {
                normalized.append(index);
                break;
            }
        }
    }
    if (normalized == m_selectedServices)
        return;
    m_selectedServices = normalized;
    emit selectedServicesChanged();
}
// Возвращает имена всех услуг
QStringList ThreeServices::serviceNames() const
{
    return kServiceNames;
}
// Название модели
QString ThreeServices::name() const
{
    return "Совместный анализ железнодорожных
услуг";
}
// Список имён входных параметров (зависит от
выбранных услуг)
QStringList ThreeServices::inputParameters() const
{
    QStringList parameters;
    for (int index : m_selectedServices) {
        const QString n = QString::number(index);
        parameters << "V_" + n << "coeff_" + n << "x_" + n
<< "y_" + n
<< "v2_" + n << "d_out_" + n;
    }
    parameters << "A_total" << "E_total" << "v1_total" <<
"c_owner";
}

```

```

return parameters;
}
// Значения параметров по умолчанию
QVariantMap ThreeServices::defaultValues() const
{
    QVariantMap result;
    for (int index : m_selectedServices) {
        const QVector<double> &defaults =
kServiceDefaults.at(index);
        const QString n = QString::number(index);
        result["V_" + n] = defaults.at(0);
        result["coeff_" + n] = defaults.at(1);
        result["x_" + n] = defaults.at(2);
        result["y_" + n] = defaults.at(3);
        result["v2_" + n] = defaults.at(4);
        result["d_out_" + n] = defaults.at(5);
    }
    result["A_total"] = 5000.0;
    result["E_total"] = 300.0;
    result["v1_total"] = 100.0;
    result["c_owner"] = 5.0;
    return result;
}
// Проверка входных данных: все параметры должны
быть корректными числами, объём > 0 и т.д.
QVariantList ThreeServices::validate(const QVariantMap
&inputs) const
{
    QVariantList errors;
    if (m_selectedServices.isEmpty()) {
        errors.append("Выберите хотя бы одну услугу");
        return errors;
    }
    for (int index : m_selectedServices) {
        const QString n = QString::number(index);
        // Объём, тариф, коэффициент y, переменные
затраты — неотрицательные
        for (const QString &key : QStringList{"V_" + n, "x_" +
n, "y_" + n, "d_out_" + n})
            requireNonNegative(inputs, key, errors);
        // coeff и v2 должны быть строго
положительными
        for (const QString &key : QStringList{"coeff_" + n,
"v2_" + n})
            requirePositive(inputs, key, errors);
        // Дополнительная проверка объёма > 0
        if (inputs.value("V_" + n).toDouble() <= 0.0)
            errors.append(QString("Объём услуги «%1»
должен быть больше
нуля").arg(kServiceNames.at(index)));
    }
    // Общие параметры: A_total, E_total, c_owner —
неотрицательные
    for (const QString &key : QStringList{"A_total",
"E_total", "c_owner"})
        requireNonNegative(inputs, key, errors);
    // v1_total — строго положительный
    requirePositive(inputs, "v1_total", errors);
    return errors;
}

```

```

}
// Основной расчёт: возвращает серии точек для
// графика (затраты собственника, аутсорсера, доход)
QVariantMap ThreeServices::calculate(const
QVariantMap &inputs) const
{
    const Params p = readInputs(inputs,
m_selectedServices);
    // Определяем максимальный масштаб для
// графика: как минимум kLambdaMax, но не меньше
// точек безубыточности и crossover
    double maxScale = kLambdaMax;
    if (auto be = breakEvenScale(p))
        maxScale = qMax(maxScale, *be * 1.1);
    if (auto crossover = clientCrossoverScale(p))
        maxScale = qMax(maxScale, *crossover * 1.1);
    constexpr int steps = 100;
    QVector<QPointF> ownerPoints; // точки затрат
// собственника
    QVector<QPointF> operatorPoints; // точки затрат
// аутсорсера
    QVector<QPointF> revenuePoints; // точки дохода
    ownerPoints.reserve(steps + 1);
    operatorPoints.reserve(steps + 1);
    revenuePoints.reserve(steps + 1);
    // Генерируем точки от kLambdaMin до maxScale
    for (int i = 0; i <= steps; ++i) {
        const double scale = kLambdaMin + (maxScale -
kLambdaMin) * i / steps;
        const QVector<Service> scaled =
scaledServices(p.services, scale);
        const double volume =
totalEquivalentVolume(scaled);
        ownerPoints.append(QPointF(volume,
ownerCost(p, scaled)));
        operatorPoints.append(QPointF(volume,
operatorCost(p, scaled)));
        revenuePoints.append(QPointF(volume,
totalRevenue(scaled)));
    }
    // Возвращаем словарь с тремя сериями
    return {{"Затраты собственника",
toPointList(ownerPoints)},
{"Затраты аутсорсера",
toPointList(operatorPoints)},
{"Совокупный доход оператора",
toPointList(revenuePoints)}};
}
// Возвращает маркеры (точки на графике) –
// безубыточность и равенство затрат
QVariantList ThreeServices::markers(const QVariantMap
&inputs) const
{
    const Params p = readInputs(inputs,
m_selectedServices);
    QVariantList result;
    if (auto be = breakEvenScale(p)) {
        const QVector<Service> scaled =
scaledServices(p.services, *be);

```

```

        result.append(chartMarker("Безубыточность
выбранного набора",
                                totalEquivalentVolume(scaled),
                                operatorCost(p, scaled)));
    }
    if (auto crossover = clientCrossoverScale(p)) {
        const QVector<Service> scaled =
scaledServices(p.services, *crossover);
        result.append(chartMarker("Равенство затрат
клиента",
                                totalEquivalentVolume(scaled),
                                operatorCost(p, scaled)));
    }
    return result;
}
// Текстовые результаты: распределение затрат,
// прибыль по услугам, итоговые выводы
QVariantList ThreeServices::results(const QVariantMap
&inputs) const
{
    const Params p = readInputs(inputs,
m_selectedServices);
    const double totalEq =
totalEquivalentVolume(p.services);
    const double commonCost = sharedCost(p,
p.services);
    const double revenueTotal =
totalRevenue(p.services);
    const double costTotal = operatorCost(p, p.services);
    const double profitTotal = revenueTotal - costTotal;
    const double ownerTotal = ownerCost(p, p.services);
    QVariantList result;
    result.append(resultRow("Метод распределения
общих затрат",
                            "Пропорционально приведённому
объёму выбранных услуг"));
    // Для каждой услуги выводим приведённый
// объём, доход, себестоимость, прибыль и вывод
    bool hasUnprofitableService = false;
    for (const Service &service : p.services) {
        const QString prefix = QString("Услуга
«%1»").arg(kServiceNames.at(service.index));
        const double serviceRevenue = revenue(service);
        const double serviceCost =
allocatedServiceCost(service, totalEq, commonCost);
        const double serviceProfit = serviceRevenue -
serviceCost;
        hasUnprofitableService = hasUnprofitableService ||
serviceProfit < 0.0;
        result.append(resultRow(prefix + ": приведённый
объём",
                                QString::number(equivalentVolume(service), 'f', 2)));
        result.append(resultRow(prefix + ": доход",
                                QString::number(serviceRevenue, 'f', 2)));
        result.append(resultRow(prefix + ":
распределённая себестоимость",
                                QString::number(serviceCost, 'f', 2)));
    }

```

```

        result.append(resultRow(prefix + ": прибыль",
QString::number(serviceProfit, 'f', 2)));
        result.append(resultRow(prefix + ": вывод",
serviceProfit >= 0.0
        ? "Услуга безубыточна" : "Услуга
убыточна"));
    }
    // Общие показатели
    result.append(resultRow("Суммарный приведённый
объём", QString::number(totalEq, 'f', 2)));
    result.append(resultRow("Совокупный доход
оператора", QString::number(revenueTotal, 'f', 2)));
    result.append(resultRow("Совокупная
себестоимость оператора", QString::number(costTotal,
'f', 2)));
    result.append(resultRow("Совокупная прибыль",
QString::number(profitTotal, 'f', 2)));
    result.append(resultRow("Затраты собственника",
QString::number(ownerTotal, 'f', 2)));
    result.append(resultRow("Разница затрат
собственника и аутсорсера",
        QString::number(ownerTotal - costTotal,
'f', 2)));
    // Точка безубыточности (если найдена)
    if (auto be = breakEvenScale(p)) {
        const QVector<Service> scaled =
scaledServices(p.services, *be);
        result.append(resultRow("Масштаб
безубыточности набора ( $\lambda$ )",
            QString::number(*be, 'f', 3)));
        result.append(resultRow("Безубыточный
приведённый объём",
QString::number(totalEquivalentVolume(scaled), 'f', 2)));
    } else {
        result.append(resultRow("Точка безубыточности",
"не найдена на диапазоне автоподбора"));
    }
    // Формулировка совокупного вывода
    QString conclusion;
    if (std::fabs(profitTotal) < 1e-6) {
        conclusion = "Выбранный набор услуг находится
в точке безубыточности";
    } else if (profitTotal > 0.0 && hasUnprofitableService
&& p.services.size() > 1) {
        conclusion = "Выбранный набор услуг выгоден:
прибыль других услуг компенсирует убыточные";
    } else if (profitTotal > 0.0) {
        conclusion = "Выбранный набор услуг выгоден";
    } else {
        conclusion = "Выбранный набор услуг
невыгоден";
    }
    result.append(resultRow("Совокупный вывод",
conclusion));
    result.append(resultRow("Сравнение затрат",
costTotal <= ownerTotal
        ? "Затраты аутсорсера не выше затрат
собственника"

```

```

        : "Затраты аутсорсера выше затрат
собственника"));
    return result;
}
Файл: math_utils.h (вспомогательные
математические функции)
#pragma once
#include <QVariantList>
#include <QVariantMap>
#include <QVector>
#include <cmath>
#include <functional>
#include <limits>
#include <optional>
// Безопасное логарифмирование: возвращает NaN
при некорректном аргументе.
// Используется как последний рубеж защиты от
невалидных данных.
inline double safeLog(double arg)
{
    if (!arg > 0.0)
        return std::numeric_limits<double>::quiet_NaN();
    double v = std::log(arg);
    return std::isfinite(v) ? v :
std::numeric_limits<double>::quiet_NaN();
}
// Безопасное деление: защита от деления на ноль и
переполнения.
inline double safeDiv(double num, double den)
{
    if (!(den > 0.0) && !(den < 0.0))
        return std::numeric_limits<double>::quiet_NaN();
    double v = num / den;
    return std::isfinite(v) ? v :
std::numeric_limits<double>::quiet_NaN();
}
// Процент рентабельности: (num/den)*100 с
защитой от деления на ноль.
inline double safePercent(double num, double den)
{
    return safeDiv(num, den) * 100.0;
}
// Поиск всех корней (пересечений с нулём) функции
на отрезке [left, right].
// Использует адаптивное дробление и бисекцию
для уточнения.
inline QVector<double> findRoots(const
std::function<double(double)> &fn,
        double left, double right,
        int segments = 2000, double
tolerance = 1e-7)
{
    QVector<double> roots;
    if (!std::isfinite(left) || !std::isfinite(right) || !(right >
left) || segments < 1)
        return roots;
    const double rootSeparation = qMax(tolerance * 10.0,
(right - left) / segments * 0.5);
    auto appendUnique = [&](double root) {

```

```

        if (roots.isEmpty() || std::fabs(roots.constLast() -
root) > rootSeparation) {
            roots.append(root);
        } else if (std::fabs(fn(root)) <
std::fabs(fn(roots.constLast())) {
            roots.last() = root;
        }
    };
    double x0 = left;
    double f0 = fn(x0);
    double xMinus = x0;
    double fMinus = f0;
    bool hasMinus = false;
    if (std::isfinite(f0) && std::fabs(f0) <= tolerance)
        appendUnique(x0);
    for (int i = 1; i <= segments; ++i) {
        double x1 = left + (right - left) *
static_cast<double>(i) / segments;
        double f1 = fn(x1);
        if (std::isfinite(f0) && std::isfinite(f1)) {
            // Если значение близко к нулю, сразу
добавляем корень
            if (std::fabs(f1) <= tolerance) {
                appendUnique(x1);
            }
            // Если знак меняется, уточняем бисекцией
            else if ((f0 < 0.0 && f1 > 0.0) || (f0 > 0.0 && f1 <
0.0)) {
                double lo = x0;
                double hi = x1;
                double fl = f0;
                for (int iter = 0; iter < 100 && hi - lo >
tolerance; ++iter) {
                    double mid = (lo + hi) * 0.5;
                    double fm = fn(mid);
                    if (!std::isfinite(fm))
                        break;
                    if (std::fabs(fm) <= tolerance) {
                        lo = hi = mid;
                        break;
                    }
                    if ((fl < 0.0 && fm > 0.0) || (fl > 0.0 && fm <
0.0)) {
                        hi = mid;
                    } else {
                        lo = mid;
                        fl = fm;
                    }
                }
                appendUnique((lo + hi) * 0.5);
            }
            // Обработка случая касания (локальный
минимум |f|)
            if (hasMinus && std::isfinite(fMinus)
&& std::fabs(f0) < std::fabs(fMinus)
&& std::fabs(f0) < std::fabs(f1)) {
                double lo = xMinus;
                double hi = x1;
                for (int iter = 0; iter < 100; ++iter) {

```

```

                double m1 = lo + (hi - lo) / 3.0;
                double m2 = hi - (hi - lo) / 3.0;
                double a1 = std::fabs(fn(m1));
                double a2 = std::fabs(fn(m2));
                if (!std::isfinite(a1) || !std::isfinite(a2))
                    break;
                if (a1 < a2)
                    hi = m2;
                else
                    lo = m1;
            }
            double candidate = (lo + hi) * 0.5;
            double fc = fn(candidate);
            if (std::isfinite(fc) && std::fabs(fc) <= tolerance)
                appendUnique(candidate);
        }
    }
    xMinus = x0;
    fMinus = f0;
    hasMinus = true;
    x0 = x1;
    f0 = f1;
}
return roots;
}
// Поиск первого корня (самого левого) с
адаптивным расширением правой границы.
// Начинает с initialRight и увеличивает вдвое до
maximumRight.
inline std::optional<double>
findFirstRootAdaptive(const
std::function<double(double)> &fn,
                        double left, double
initialRight,
                        double maximumRight)
{
    double right = initialRight;
    while (right <= maximumRight) {
        QVector<double> roots = findRoots(fn, left, right);
        if (roots.isEmpty())
            return roots.constFirst();
        if (right == maximumRight)
            break;
        right = qMin(maximumRight, right * 2.0);
    }
    return std::nullopt;
}
// Формирование словаря для маркера на графике
inline QVariantMap chartMarker(const QString &name,
double x, double y)
{
    return {{"name", name}, {"x", x}, {"y", y}};
}
// Формирование строки результата (для текстового
вывода)
inline QVariantMap resultRow(const QString &label,
const QString &value)
{
    return {{"label", label}, {"value", value}};
}

```

```

}
// Вспомогательные функции валидации: проверка
// на конечность, неотрицательность,
// положительность, дробность.
inline void requireFinite(const QVariantMap &inputs,
const QString &key, QVariantList &errors)
{
    bool ok = false;
    double value = inputs.value(key).toDouble(&ok);
    if (!ok || !std::isfinite(value))
        errors.append(QString("Параметр «%1» должен
быть числом").arg(key));
}
inline void requireNonNegative(const QVariantMap
&inputs, const QString &key, QVariantList &errors)
{
    bool ok = false;
    double value = inputs.value(key).toDouble(&ok);
    if (!ok || !std::isfinite(value) || value < 0.0)
        errors.append(QString("Параметр «%1» должен
быть неотрицательным").arg(key));
}
inline void requirePositive(const QVariantMap &inputs,
const QString &key, QVariantList &errors)
{
    bool ok = false;
    double value = inputs.value(key).toDouble(&ok);
    if (!ok || !std::isfinite(value) || !(value > 0.0))
        errors.append(QString("Параметр «%1» должен
быть больше нуля").arg(key));
}
inline void requireFraction(const QVariantMap &inputs,
const QString &key, QVariantList &errors)
{
    bool ok = false;
    double value = inputs.value(key).toDouble(&ok);
    if (!ok || !std::isfinite(value) || value < 0.0 || value >
1.0)
        errors.append(QString("Параметр «%1» должен
находиться в диапазоне от 0 до 1").arg(key));
}

```

Файл: MathModelInterface.h (интерфейс математической модели)

```

#pragma once
#include <QObject>
#include <QPointF>
#include <QString>
#include <QStringList>
#include <QVariantList>
#include <QVariantMap>
#include <QVector>
// Абстрактный интерфейс, который должны
// реализовывать все математические модели.
// Предоставляет методы для получения имени,
// списка параметров, значений по умолчанию,
// валидации, расчёта графиков, маркеров и
// текстовых результатов.
class MathModelInterface
{

```

```

public:
    virtual ~MathModelInterface() = default;
    virtual QString name() const = 0;           //
Название модели
    virtual QStringList inputParameters() const = 0; //
Имена входных параметров
    virtual QVariantMap defaultValues() const = 0; //
Значения по умолчанию
    // Проверка входных данных: возвращает список
    // ошибок (пустой список — всё корректно)
    virtual QVariantList validate(const QVariantMap
&inputs) const = 0;
    // Расчёт графиков: возвращает словарь
    // {имя_серии: список QPointF}
    virtual QVariantMap calculate(const QVariantMap
&inputs) const = 0;
    // Маркеры на графике: список словарей {"name":
    // QString, "x": double, "y": double}
    virtual QVariantList markers(const QVariantMap &
const { return {}; }
    // Текстовые результаты: список словарей {"label":
    // QString, "value": QString}
    virtual QVariantList results(const QVariantMap &
const { return {}; }
};

```

Файл: main.qml (главное окно приложения)

```

import QtQuick
import QtQuick.Controls
import QtQuick.Layouts
ApplicationWindow {
    id: root
    width: 1200
    height: 700
    minimumWidth: 950
    minimumHeight: 600
    visible: true
    title: "Оценка целесообразности
железнодорожных услуг"
    property var currentModel: null // Текущая
    модель
    property var inputFields: ({})) // (не
    используется, но оставлено)
    // Проверяет, выбрана ли услуга с данным
    индексом
    function isServiceSelected(serviceIndex) {
        if (!currentModel || currentModel.selectedServices
=== undefined)
            return false
        for (var i = 0; i <
currentModel.selectedServices.length; ++i) {
            if (Number(currentModel.selectedServices[i]) ===
serviceIndex)
                return true
        }
        return false
    }
    // Обновляет выбранные услуги на основе
    состояния чекбоксов и обновляет панель параметров
    function updateSelectedServices() {

```

```

    if (!currentModel || currentModel.selectedServices
=== undefined)
        return
    var selected = []
    for (var i = 0; i < serviceRepeater.count; ++i) {
        var checkbox = serviceRepeater.itemAt(i)
        if (checkbox && checkbox.checked)
            selected.push(i)
    }
    currentModel.selectedServices = selected

inputPanel.updateFields(currentModel.inputParameters
(), currentModel.defaultValues(), true)
    resultChart.clear()
    resultText.show([])
}
// При загрузке окна выбираем первую модель и
выполняем расчёт
Component.onCompleted: {
    selectModel(modelSelector.currentIndex)
    calcButton.clicked()
}
// Выбор модели по индексу в комбобоксе
function selectModel(index) {
    currentModel =
ModelFactory.create(modelSelector.model[index])
    if (currentModel) {
        inputPanel.serviceNames =
currentModel.serviceNames !== undefined
            ? currentModel.serviceNames : []

inputPanel.updateFields(currentModel.inputParameters
(), currentModel.defaultValues(), false)
        resultChart.clear()
        resultText.show([])
    }
}
// Основная раскладка: левая панель (выбор
модели, услуги, параметры, кнопка) и правая (график
+ текст)
RowLayout {
    anchors.fill: parent
    anchors.margins: 8
    spacing: 8
    // Левая панель
    Pane {
        id: sidebar
        Layout.preferredWidth: 500
        Layout.minimumWidth: 440
        Layout.maximumWidth: root.width * 0.52
        Layout.fillHeight: true
        ColumnLayout {
            anchors.fill: parent
            spacing: 12
            Label { text: "Математическая модель";
font.bold: true }
            ComboBox {
                id: modelSelector
                Layout.fillWidth: true

```

```

        model: ModelFactory.availableModels()
        currentIndex: 0
        onActivated: selectModel(currentIndex)
    }
    Label {
        text: "Выберите услуги"
        font.bold: true
        visible: currentModel !== null &&
currentModel.selectedServices !== undefined
    }
    // Список чекбоксов для выбора услуг
    ColumnLayout {
        Layout.fillWidth: true
        visible: currentModel !== null &&
currentModel.selectedServices !== undefined
        Repeater {
            id: serviceRepeater
            model: currentModel !== null &&
currentModel.serviceNames !== undefined
                ? currentModel.serviceNames : []
            delegate: CheckBox {
                required property int index
                required property string modelData
                Layout.fillWidth: true
                text: modelData
                checked: root.isServiceSelected(index)
                onClicked: {
                    if (currentModel &&
currentModel.selectedServices !== undefined)
                        root.updateSelectedServices()
                }
            }
        }
    }
    Label { text: "Параметры"; font.bold: true;
visible: currentModel !== null }
    // Прокручиваемая область с панелью ввода
параметров
    ScrollView {
        id: parametersScroll
        Layout.fillWidth: true
        Layout.fillHeight: true
        visible: currentModel !== null
        clip: true
        InputPanel {
            id: inputPanel
            width: parametersScroll.availableWidth
        }
    }
    // Кнопка "Рассчитать"
    Button {
        id: calcButton
        text: "Рассчитать"
        Layout.fillWidth: true
        enabled: currentModel !== null
        onClicked: {
            var params = inputPanel.getValues()
            var errors = inputPanel.validationErrors()
            if (currentModel.validate) {

```

```

        var modelErrors =
currentModel.validate(params)
        for (var i = 0; i < modelErrors.length; ++i)
            errors.push(modelErrors[i])
        }
        if (errors.length > 0) {
            resultChart.clear()
            resultText.showErrors(errors)
            return
        }
        var markers = currentModel.markers ?
currentModel.markers(params) : []
        var series =
currentModel.calculate(params)
            resultChart.plot(series, markers)
            resultText.show(currentModel.results ?
currentModel.results(params) : [])
        }
    }
}
// Правая панель: текстовые результаты и график
Pane {
    Layout.fillWidth: true
    Layout.fillHeight: true
    ColumnLayout {
        anchors.fill: parent
        spacing: 8
        // Текстовые результаты
        ResultText {
            id: resultText
            Layout.fillWidth: true
            Layout.fillHeight: true
            Layout.preferredHeight: parent.height * 0.5
            Layout.minimumHeight: 0
        }
        Rectangle {
            Layout.fillWidth: true
            height: 1
            color: "#ccc"
        }
        // График
        ResultChart {
            id: resultChart
            objectName: "resultChart"
            Layout.fillWidth: true
            Layout.fillHeight: true
            Layout.preferredHeight: parent.height * 0.5
            Layout.minimumHeight: 0
        }
    }
}
}

```

Файл: ResultChart.qml (компонент для отображения графиков)

```

import QtQuick
import QtQuick.Controls
import QtCharts

```

```

// Компонент графика на основе QtCharts. Позволяет
отображать несколько серий линий и маркеров.
ChartView {
    id: root
    title: "Зависимость показателей от объёма"
    legend.visible: true
    legend.alignment: Qt.AlignBottom
    antialiasing: true
    // Оси с автоматическим диапазоном, но
пользователь может масштабировать
    ValueAxis {
        id: axisX
        titleText: "Объём, ед."
    }
    ValueAxis {
        id: axisY
        titleText: "Сумма, руб."
    }
    ToolTip {
        id: tip
        visible: false
    }
    // Сохраняем автоматический диапазон для сброса
зума
    property real autoMinX: 0
    property real autoMaxX: 1
    property real autoMinY: 0
    property real autoMaxY: 1
    function resetZoom() {
        axisX.min = autoMinX
        axisX.max = autoMaxX
        axisY.min = autoMinY
        axisY.max = autoMaxY
    }
    // Обработка взаимодействия с графиком
(панорамирование и масштабирование колёсиком)
    MouseArea {
        id: interaction
        anchors.fill: parent
        acceptedButtons: Qt.LeftButton
        property real startMinX: 0
        property real startMaxX: 1
        property real startMinY: 0
        property real startMaxY: 1
        property point startPos: Qt.point(0, 0)
        onWheel: function(wheel) {
            if (wheel.angleDelta.y === 0) return
            var factor = wheel.angleDelta.y > 0 ? 0.85 : 1.18
            var plot = root.plotArea
            if (plot.width <= 0 || plot.height <= 0) return
            var x0 = Math.max(plot.x, Math.min(wheel.x,
plot.x + plot.width))
            var y0 = Math.max(plot.y, Math.min(wheel.y,
plot.y + plot.height))
            var valX = axisX.min + (x0 - plot.x) / plot.width *
(axisX.max - axisX.min)
            var valY = axisY.max - (y0 - plot.y) / plot.height *
(axisY.max - axisY.min)
            var w = (axisX.max - axisX.min) * factor

```

```

var h = (axisY.max - axisY.min) * factor
var minW = (autoMaxX - autoMinX) * 0.001
var minH = (autoMaxY - autoMinY) * 0.001
var maxW = (autoMaxX - autoMinX) * 50
var maxH = (autoMaxY - autoMinY) * 50
w = Math.max(minW, Math.min(w, maxW))
h = Math.max(minH, Math.min(h, maxH))
var newMinX = valX - (valX - axisX.min) * factor
var newMinY = valY - (valY - axisY.min) * factor
axisX.min = newMinX
axisX.max = newMinX + w
axisY.min = newMinY
axisY.max = newMinY + h
}
onPressed: function(mouse) {
    startMinX = axisX.min
    startMaxX = axisX.max
    startMinY = axisY.min
    startMaxY = axisY.max
    startPos = Qt.point(mouse.x, mouse.y)
}
onPositionChanged: function(mouse) {
    if (!pressed) return
    var dx = mouse.x - startPos.x
    var dy = mouse.y - startPos.y
    var plot = root.plotArea
    if (plot.width <= 0 || plot.height <= 0) return
    var rx = (startMaxX - startMinX) / plot.width
    var ry = (startMaxY - startMinY) / plot.height
    axisX.min = startMinX - dx * rx
    axisX.max = startMaxX - dx * rx
    axisY.min = startMinY + dy * ry
    axisY.max = startMaxY + dy * ry
}
onDoubleClicked: root.resetZoom()
}
// Прикрепляет подсказку к серии при наведении
function attachHover(series, seriesName) {
    series.hovered.connect(function(point, state) {
        if (!state) {
            tip.visible = false
            return
        }
        tip.text = (seriesName.length > 0 ? seriesName +
"\n" : "")
            + "Объём: " + point.x.toFixed(2) +
"\nCумма: " + point.y.toFixed(2)
        var pos = root.mapToPosition(point, series)
        tip.x = Math.min(pos.x + 14, root.width -
tip.implicitWidth - 8)
        tip.y = Math.max(pos.y - tip.implicitHeight - 8, 4)
        tip.visible = true
    })
}
// Очищает все серии и сбрасывает оси
function clear() {
    for (var i = root.count - 1; i >= 0; --i) {
        var s = root.series(i)
        if (s)

```

```

        root.removeSeries(s)
    }
    tip.visible = false
    axisX.min = 0
    axisX.max = 1
    axisY.min = 0
    axisY.max = 1
}
// Отображает серии из словаря seriesMap и
маркеры. Возвращает количество созданных линий.
function plot(seriesMap, markers) {
    clear()
    if (!seriesMap) return 0
    var xMin = Infinity, xMax = -Infinity
    var yMin = Infinity, yMax = -Infinity
    var created = 0
    for (var key in seriesMap) {
        var pts = seriesMap[key]
        if (!pts || pts.length === 0) continue
        var line =
root.createSeries(ChartView.SeriesTypeLine, key, axisX,
axisY)
        if (!line) continue
        created++
        line.width = 2
        attachHover(line, key)
        for (var i = 0; i < pts.length; ++i) {
            line.append(pts[i].x, pts[i].y)
            if (pts[i].x < xMin) xMin = pts[i].x
            if (pts[i].x > xMax) xMax = pts[i].x
            if (pts[i].y < yMin) yMin = pts[i].y
            if (pts[i].y > yMax) yMax = pts[i].y
        }
    }
    // Добавление маркеров (точечная диаграмма)
    if (markers && markers.length > 0) {
        for (var j = 0; j < markers.length; ++j) {
            var marker = markers[j]
            var markerName = marker.name || "Расчётная
точка"
            var scatter =
root.createSeries(ChartView.SeriesTypeScatter,
markerName, axisX, axisY)
            if (!scatter) continue
            scatter.markerSize = 10
            scatter.color =
markerName.indexOf("Безубыточность") >= 0 ? "red" :
"#7b1fa2"
            attachHover(scatter, markerName)
            scatter.append(marker.x, marker.y)
            if (marker.x < xMin) xMin = marker.x
            if (marker.x > xMax) xMax = marker.x
            if (marker.y < yMin) yMin = marker.y
            if (marker.y > yMax) yMax = marker.y
        }
    }
    if (xMin === Infinity) return created
    var xPadding = (xMax - xMin) * 0.05 || 1
    var yPadding = (yMax - yMin) * 0.05 || 1

```

```

axisX.min = xMin - xPadding
axisX.max = xMax + xPadding
axisY.min = yMin - yPadding
axisY.max = yMax + yPadding
autoMinX = axisX.min
autoMaxX = axisX.max
autoMinY = axisY.min
autoMaxY = axisY.max
return created
}
}
Файл: ResultText.qml (компонент для отображения текстовых результатов)
import QtQuick
import QtQuick.Controls
import QtQuick.Layouts
// Компонент для вывода таблицы результатов
(список пар "метка-значение") или сообщений об ошибках.
Pane {
    id: root
    property var resultList: [] // Список словарей {label, value}
    // Устанавливает список результатов
    function show(list) {
        resultList = list !== undefined ? list : []
    }
    // Устанавливает список ошибок (превращает их в строки с меткой "Ошибка")
    function showErrors(errors) {
        var rows = []
        for (var i = 0; i < errors.length; ++i)
            rows.push({"label": "Ошибка", "value": String(errors[i])})
        resultList = rows
    }
}

```

```

// Заглушка, если результатов нет
Label {
    id: placeholder
    anchors.centerIn: parent
    text: "Нет текстовых результатов"
    color: "gray"
    visible: root.resultList.length === 0
}
// Прокручиваемая таблица результатов
ScrollView {
    anchors.fill: parent
    clip: true
    visible: root.resultList.length > 0
    ColumnLayout {
        width: parent.width
        spacing: 4
        Repeater {
            model: root.resultList
            delegate: RowLayout {
                Layout.fillWidth: true
                spacing: 8
                Label {
                    text: modelData.label + ":"
                    color: "#444"
                }
                Label {
                    text: modelData.value
                    font.bold: true
                    Layout.fillWidth: true
                    horizontalAlignment: Text.AlignRight
                    wrapMode: Text.Wrap
                }
            }
        }
    }
}

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Параметры путей необщего пользования для оценки целесообразности реализации технологического аутсорсинга

Параметр	Обслуживание подъездных путей (маневровая работа)						Отстой порожнего подвижного состава					Организация перевозки грузов				Значения масштаба безубыточности
	Протяженность ПНП, км	Количество вагонов, ваг./год	Годовой объем работ, вагоно-км	Тариф, руб./вагоно-км	Скидка, руб./вагоно-км	Пороговый объем, вагоно-км	Вместимость ПНП, ваг.	Годовой объем работ, вагоно-сутки	Тариф, руб./вагоно-сутки	Скидка, руб./вагоно-сутки	Пороговый объем, вагоно-сутки	Годовой объем работ, вагоно-сутки	Тариф, руб./вагоно-сутки	Скидка, руб./вагоно-сутки	Пороговый объем, вагоно-сутки	
ПАО «Т»	2,5	5 170	12925	445,3	22,3	12000	40	11490	400	20	10200	351500	1260	50,4	336000	0,289
ООО «Р»	1,5	10 500	10540	321,12	16,1	10000	28	9640	400	20	9000	304150	1260	50,4	280000	0,599
ООО «З»	1	5 000	4986	498,65	19,95	4800	18	6056	454,45	15,75	5800	120760	1980	59,4	115000	0,375
ООО «Н»	1,1	3 438	3438	479,98	14,4	3500	12	2785	412,3	10,3	2800	54875	2060	61,8	54000	1,375

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Результаты апробации



МИНТРАНС РОССИИ
РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, зд. 2, г. Ростов-на-Дону, г.о. город Ростов-на-Дону,
Ростовская область, 344038, Тел. (863) 245-06-13, Факс (863) 255-32-83, 245-06-13, E-mail: up_del@rgups.ru
ОКПО 01116006, ОГРН 1026103709499, ИНН/КПП 6165009334/616501001



УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор ФГБОУ ВО
РГУПС,
к.ф.н., доц. М.А. Кравченко

«16» апреля 2026 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационного исследования
Годованого Кирилла Александровича в учебный процесс

Комиссия в составе директора научно-исследовательской части, к.т.н. доц. В.Н. Носкова; декана факультета «Управление процессами перевозок», к.т.н., доц. М.В. Бакалова, начальника отдела докторантуры и аспирантуры, д.т.н., доц. А.В. Костюкова составили настоящий акт о том, что результаты диссертационного исследования на соискание ученой степени кандидата технических наук Кирилла Александровича Годованого используются в учебном процессе при подготовке специалистов в ФГБОУ ВО «Ростовском государственном университете путей сообщения», а так же при разработке учебно-методического комплекса дисциплин «Логистические провайдеры в транспортной системе», «Организация работы логистических провайдеров в цепях поставок», «Экономико-математическое моделирование в логистике», «Инфраструктура транспортных и логистических систем» для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий.

Председатель комиссии,
директор НИЧ
к.т.н., доц.

В.Н. Носков

Члены комиссии:
Декан факультета УПП
к.т.н., доц.

М.В. Бакалов

Начальник отдела «ДиА»
д.т.н., доц.

А.В. Костюков



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РЖД ЛОГИСТИКА»
(АО «РЖД ЛОГИСТИКА»)**

Филиал в г. Ростов-на-Дону
Адрес для корреспонденции:
344010, Российская Федерация,
г. Ростов-на-Дону,
ул. ул. Закрыкина, д. 67в/26
тел.: +7 (863) 268 98 95
E-mail: info@rostov.rzdlog.ru, www.rzdlog.ru

11 мая 2026 г. № 84/01

На № _____ от _____

АКТ

об использовании результатов диссертационного исследования
Годованого Кирилла Александровича

Настоящий акт свидетельствует о том, что научно-практические положения диссертационного исследования Годованого Кирилла Александровича приняты для использования в филиале АО «РЖД-Логистика» в г. Ростов-на-Дону.

Представляют практический интерес разработанные в диссертационном исследовании методы и подходы направленные на развитие аутсорсинга, за счет реструктуризации и реинжиниринга логистических процессов на железнодорожном транспорте. Модели функционирования логистических компаний в реализации транспортно-технологических процессов позволяют оценить их эффективность, определить потенциальные тренды их развития.

Результаты диссертационного исследования Годованого К.А. представляют практический интерес и значимость для оценки целесообразности технологического аутсорсинга для логистической компании при организации взаимодействия с новыми клиентами, изменении параметров взаимодействия с уже находящимися на аутсорсинге промышленными предприятиями.

Следует также отметить значимость результатов исследования для инфраструктуры железнодорожного транспорта, которая отразится в снижении нагрузки на сеть железных дорог и как следствие на ключевых показателях эффективности перевозочного процесса в целом.

Директор филиала
АО «РЖД Логистика»
в г. Ростове-на-Дону

Исп. Колобов А.И.
Тел. 8 988 364 277 8



А. И. Колобов



Акционерное общество
«Первая Грузовая Компания» (АО «ПГК»)

Ростовский филиал
Ул. Текучева, д. 139/94, Ростов-на-Дону,
Ростовская обл., Россия, 344018
Тел.: +7 (863) 259-05-65, доб. 5-61-00, 5-62-53
E-mail: Rostov@pgk.ru, <https://pgk.ru>

10.02.2026 № 153
На № _____ от _____

АКТ

об использовании результатов диссертационного исследования
Годованого Кирилла Александровича

Настоящий акт свидетельствует о том, что основные научно-практические положения диссертационного исследования Годованого Кирилла Александровича приняты для использования в Ростовском филиале АО «Первая Грузовая Компания».

В частности, разработанная в диссертационном исследовании модель технологического аутсорсинга может использоваться для диверсификации услуг операторской компании, которая позволяет проанализировать различные варианты взаимодействия с малыми и крупными контрагентами, имеющие единственный подъездной путь примыкающий к станции или компании с большой промышленной зоной и путевым развитием или несколько предприятий с путями необщего пользования.

Представляют практический интерес возможности получения оценки целесообразности технологического аутсорсинга для операторской компании при организации взаимодействия с промышленными предприятиями. Помимо этого модель позволяет оценить объем «дозагрузки» собственного вагонного парка при включении нового клиента в бизнес-процессы компании.

Модель учитывает разные виды услуг компании, что делает оценку более комплексной.

Директор филиала



Ю.В. Дудинова