

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Никишов Сергей Иванович

**ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ АДАПТИВНО-ИНТЕГРИРОВАННОЙ  
ЛОГИСТИКИ НА ПЛАТФОРМЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством  
(логистика)

**ДИССЕРТАЦИЯ**  
**на соискание ученой степени**  
**доктора экономических наук**

Научный консультант  
доктор экономических наук, профессор  
Брынцев Александр Николаевич

Санкт-Петербург - 2022

## Оглавление

Введение	4
Глава 1. Формирование и развитие интегрированной логистики в условиях цифровой экономики	16
1.1. Анализ основных факторов развития интегрированной логистики	16
1.2. Влияние информационных технологий на развитие логистического инструментария	35
1.3. Цифровая трансформация логистических бизнес-моделей	43
1.4. Эволюция логистических информационных систем в условиях становления цифровой экономики России	58
Выводы по первой главе	73
Глава 2. Особенности развития потоковой теории логистики на основе технологий искусственного интеллекта	74
2.1. Классификация информационных потоков в условиях цифровой трансформации логистики	74
2.2. Теоретические аспекты методологии развития адаптивных потоков в цифровой экономике	83
2.3. Компланарные потоки как фактор роста конкурентоспособности отечественных провайдеров	93
2.4. Цифровая трансформация интегрированной логистики	105
Выводы по второй главе	120
Глава 3. Основы методологии развития адаптивно-интегрированной логистики	121
3.1. Анализ современных логистических концепций	121
3.2. Понятие и экономическая сущность адаптивно-интегрированной логистики	132
3.3. Риски при адаптивной интеграции логистических бизнес-процессов	147
3.4. Факторы повышения качества логистических услуг в условиях цифровой экономики	160
Выводы по третьей главе	174
Глава 4. Практические аспекты методологии развития адаптивно-интегрированной логистики	176
4.1. Управление компланарными потоками на основе нечетких алгоритмов	176
4.2. Модель нейронной сети для автоматизированного выбора логистического провайдера	191
4.3. Модель оценки рисков логистических провайдеров на основе компланарных потоков и лингвистических переменных	204
4.4. Модель прогнозирования спроса логистических услуг на основе цепей Маркова	219
Выводы по четвёртой главе	228
Глава 5. Концептуальная архитектура адаптивного сервиса и оценка экономической эффективности логистических провайдеров	229

5.1. Принцип самоадаптации и архитектура компланарных потоков для логистических провайдеров 5PL+	229
5.2. Общий принцип и алгоритмы работы информационного модуля адаптивности	240
5.3 Анализ проблем качества компланарных потоков в интегрированных цепях поставок	246
5.4. Оценка экономического эффекта логистических провайдеров от внедрения информационной системы	281
Выводы по пятой главе	294
Заключение	295
Список литературы	308
Приложение 1	366
Приложение 2	368
Приложение 3.	371
Приложение 4.	376

## Введение

**Актуальность темы исследования.** Интегрированная логистика в рамках происходящих процессов цифровизации и коренных трансформаций в мировой экономике претерпевает существенные изменения. Широкое распространение вычислительных систем и новейших технологий, таких как нейронные сети, искусственный интеллект, интернет вещей, блокчейн и др. способствует их глубокому проникновению в логистические процессы. В результате стали образовываться новые виды логистических систем с применением «умных» решений и алгоритмов на основе информационно-коммуникационных технологий.

Применение интеллектуальных информационных систем неизбежно ведет к дальнейшему развитию интегрированной логистики с учётом современных вызовов. Адаптивные технологии в настоящее время получили достаточно широкое распространение, и логистика также не осталась в стороне. В технологические и логистические процессы активно внедряются инновационные решения. В настоящее время в логистике активно применяется технология штрихового, магнитного и 3D-кодирования товаров, автоматическое внесение информации в информационную систему, отслеживание статусов заказов, геолокация транспорта, контейнеров и т.д. Система статусов позволит своевременно отслеживать изменения в движении материальных потоков, вырабатывать план реагирования на непредвиденные ситуации и выполнять автоматическое прогнозирование на основе нечётких моделей и алгоритмов искусственного интеллекта.

Вполне логично предположить, что формирование и развитие методологии адаптивно-интегрированной логистики будет происходить на основе внедрения новых функций и алгоритмов в корпоративные информационные системы, что повысит качество бизнес-процессов организаций в целом, а также позволит добиться сквозного управления потоковыми процессами. Эффективность функционирования предприятий будет при этом увеличиваться. Это обусловлено сокращением времени на принятие решений, ростом скорости обработки больших данных, мониторингом информационных массивов в режиме онлайн. Кроме того,

оптимальное решение задач обеспечения закупок, производства, складских операций сохраняет свое предназначение, но механизмы и функции подвергаются непрерывным изменениям для повышения их эффективности (снижение издержек, повышение качества процессов, сокращение сроков и т.д.). Основным средством повышения эффективности является цифровизация наиболее затратных логистических процессов.

Современные логистические информационные системы обладают достаточно большим набором функций, но чем больше требований предъявляется к интеграционным процессам, тем сложнее становятся модели и тем сложнее становится осуществлять интеграцию логистических операторов из-за сильных различий в применяемых технологиях логистического обеспечения. По данным Всемирного Банка индекс эффективности логистики в 2018 году вырос с 99 позиции до 75<sup>1</sup>. В то же время, по итогам 2019 года на рынке логистики для интернет-магазинов наблюдается существенное увеличение объемов экспресс-доставки посылок (EMS) Почтой России до 67%<sup>2</sup>. По итогам 2019 года объем интернет-покупок составил более 2 трлн. руб., что на 18% больше предыдущего года. По прогнозам аналитического агентства DataInsight к 2023 году покупки через интернет должны составить до 8,5% от розничного оборота страны. Однако пандемия коронавируса в 2020 году внесла значительные коррективы. В 2020 году прогноз к 2024 вырос до 19%<sup>3</sup>. Во время ограничения на передвижения физических лиц в условиях пандемии (март-апрель 2020г.) скачкообразно вырос объем курьерских доставок, например, у ПЭК.EasyWay прирост составил 170%, Пони экспресс – 40%, СДЭК – 41%<sup>4</sup>. Обострение внешнеполитической ситуации в 2022 году привело к глобальной перестройке цепей поставок, что подтверждает необходимость в автоматических сценариях по управлению конфигурациями различных цепей поставок. Приведенные аргументы говорят о повышении

---

<sup>1</sup> Источник: The World Bank. <https://lpi.worldbank.org/>

<sup>2</sup> Источник: <https://www.kommersant.ru/doc/4125690> (дата обращения: 10.12.2021).

<sup>3</sup> [https://datainsight.ru/DI\\_eCommerce2020\\_2024](https://datainsight.ru/DI_eCommerce2020_2024) (дата обращения: 19.10.2021).

<sup>4</sup> <https://ria.ru/20200519/1571648316.html> (дата обращения: 19.10.2021).

значимости логистических услуг для повышения эффективности которых необходима интеллектуализация и интеграция логистических процессов.

Не менее актуальной проблемой является согласование информации между участниками логистических цепочек. Не всегда представляется возможным удостовериться в качестве и достоверности полученной информации. Часто информация носит субъективный характер и зависит от личного восприятия сотрудника.

В условиях цифровизации экономики данная проблема является крайне актуальной задачей для повышения эффективности логистического взаимодействия. Логистика неизбежно будет трансформироваться под влиянием внешних факторов, что потребует применения научного подхода и разработки методологии адаптивно-интегрированной логистики с применением интеллектуальных технологий.

**Степень разработанности научной проблемы.** Вопросам формирования теоретических и методологических основ интегрированной логистики посвящено большое количество работ отечественных и зарубежных авторов, таких как: А.И. Афоничкин, И.Д. Афанасенко, В.В. Борисова, А.Н. Брынцев, В.Д. Герами, О.Н. Дунаев, П.В. Куренков, Л.А. Мясникова, Ю.М. Неруш, В.А. Нос, Д.Т. Новиков, С.В. Носков, Т.А. Прокофьева, О.Д. Проценко, И.О. Проценко, В.И. Сергеев, Е.А. Смирнова, В.В. Щербаков и других.

Среди зарубежных ученых следует отметить труды Д. Бауэрсокса, Дж.П. Дитмана, Д.Дж. Клосса, Д. Уотерса, Дж. Стока, Р. Слоуна, М. Кристофера, Дж. Менцера, К. Оливера, М. Вебера, Д.М. Ламберта и многих других.

Проблемами повышения качества логистических услуг занимались авторы: В.И. Бариленко, Ю.Г. Кузменко, В.Д. Секерин, Н.П. Карпова, и другие.

Проблемам управления рисками в цепях поставок посвящено значительное количество трудов российских ученых: Г.Л. Бродецкого, С.А. Калашникова, В.С. Лукинского, В.И. Моргунова, А.Г. Некрасова, Н.Г. Плетневой, В.И. Сергеева и других.

Вопросы моделирования и формирования цепей поставок раскрыты в работах: В.В. Дыбской, К. Килгера, Д.М. Ламберта, А.В. Парфенова, Дж. Стока, Т.Г. Шульженко и других.

Отмечая широту фундаментальных подходов по изучаемой проблематике, следует подчеркнуть, что цифровая трансформация экономики России в условиях глобализации, экономических санкций на фоне усиления рыночной конкуренции требуют углубления научно-практического анализа деятельности логистических провайдеров за счет применения адаптивных технологий для управления информационно-коммуникационными процессами, которые позволяют увеличить скорость доставки товаров, расширить пропускную способность сбытовых каналов, а также создать условия синхронного взаимодействия стейкхолдеров в режиме онлайн.

**Цель диссертационного исследования.** Разработать методологию формирования и развития адаптивно-интегрированной логистики для отечественных провайдеров - участников цепей поставок на основе применения компланарных потоков в условиях становления цифровой экономики России.

Для достижения поставленной цели исследования необходимо решить следующие задачи теоретического и прикладного характера:

- выполнить анализ основных факторов, влияющих на развитие интегрированной логистики
- проанализировать влияние информационных технологий на развитие логистического инструментария;
- определить необходимые и достаточные условия цифровой трансформации логистических бизнес-моделей в российской экономике;
- разработать теоретические и практические основы методологии развития адаптивно-интегрированной логистики;
- предложить методику автоматизированного проектирования логистических потоков;
- определить факторы развития логистических провайдеров до уровня 5PL+

на платформе искусственного интеллекта;

- разработать модель автоматизации принятия управленческих решений на основе технологий искусственного интеллекта;
- создать модель развития логистического провайдера в условиях виртуализации взаимоотношений;
- дать развёрнутый анализ рисков логистических провайдеров при внедрении методологии адаптивно-интегрированной логистики;
- провести количественную и качественную оценку эффекта от автоматизации логистических бизнес-процессов.

**Объектом исследования** являются информационные потоки и особенности их перераспределения в цепях поставок.

**Предмет исследования:** принципы, методы и алгоритмы, формирующие основу методологии адаптивно-интегрированного управления логистическими провайдерами.

**Теоретическая основа исследования.** В качестве теоретической базы были использованы научные работы как отечественных, так и зарубежных учёных, занимающихся вопросами развития интегрированной логистики и проектирования цепей поставок, системного анализа и моделирования систем, повышения эффективности и виртуализации логистических процессов.

**Методологическая основа исследования.** В качестве методологической базы при решении поставленных задач использовались индуктивные и дедуктивные методы познания, синтез и анализ знаний, фундаментальные методы логистики и управления цепями поставок, методы системного анализа и моделирования, экономико-математические методы, методы теории нечётких множеств, методы проектирования информационных систем.

При проведении анализа использовались системный подход, методы сравнительного анализа, методы обобщения и другие методы извлечения знаний.

Полученные результаты носят объективный и доказательный характер за счет применения системного подхода при проведении исследования.



**Информационная база исследования** формировалась посредством отбора официальных источников статистических данных, таких как Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации и Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, а также ресурсы аналитических агентств Data Insight, BCG, The World Bank и других. Использовались данные научных исследований, публикаций, монографий российских и зарубежных авторов, материалы научных монографий и статей по теме исследования.

**Обоснованность результатов исследования.** Анализ результатов исследований других учёных, занимавшихся и занимающихся проблематикой проектирования интегрированных цепей поставок и виртуализации взаимоотношений, подтверждает актуальность и обоснованность полученных научных выводов. Теоретические выводы и заключения, сделанные в данной работе, основаны на фундаментальных исследованиях признанных специалистов данной отрасли, являются легко проверяемыми и доказуемыми, а также являются дальнейшим развитием теоретической базы. Обоснования научных заключений построены на информационной базе, включающей в себя результаты исследований и данные официальной статистики, а также аналитические материалы по теме исследования.

**Достоверность результатов исследования** обеспечивается применением современных методик сбора, обработки и анализа исходных данных, методов системного анализа и моделирования, позволивших получить аргументированные научные выводы, которые обсуждались на научных и практических всероссийских и международных конференциях, а также публикацией основных положений в виде статей ведущих научных изданиях, рекомендованных ВАК и журналах, размещенных в базах данных SCOPUS.

**Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.** Диссертационная работа выполнена в рамках Паспорта научных специальностей ВАК Минобрнауки России 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством: раздел 4. Логистика, п. 4.1. Теоретические и концептуальные

проблемы логистики и управления цепями поставок, их народнохозяйственная значимость; п. 4.12. Моделирование сетевой структуры цепей поставок и конфигурации логистических сетей; п. 4.17. Моделирование и оптимизация параметров логистических бизнес-процессов.

**Научная новизна исследования** заключается в разработке авторской методологии формирования и развития адаптивно-интегрированной логистики на платформе информационно-интеллектуального управления потоковыми процессами, а также комплекса организационно-экономических мероприятий, направленных на повышение эффективности хозяйственной деятельности логистических провайдеров, участников цепей поставок в условиях цифровой экономики, которые отражаются в положениях, выносимых на защиту.

**Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем,** заключаются в следующем:

1. Выявлены и обоснованы предпосылки повышения конкурентоспособности отечественных логистических провайдеров за счет применения интеллектуальных информационно-коммуникационных технологий, позволяющих увеличить скорость построения их бизнес-процессов, а также создать условия для более плотного взаимодействия всех заинтересованных сторон (С. 18-45).

2. Предложена авторская классификация информационных потоков с учётом новых характеристик классификационных признаков. Введены новые понятия: «адаптивно-интегрированная логистика», раскрывающее экономическую сущность логистических провайдеров в сфере управления цепями поставок в виртуальной среде; «компланарный поток», характеризующий логистические процессы в цифровой среде, а также позволяющий определить необходимые параметры и условия построения алгоритмов для максимально полной автоматизации логистических процессов в режиме реального времени (С.76-84, С. 61-75, С. 94-106).

3. Разработана методология адаптивно-интегрированной логистики для автоматизированного взаимодействия участников цепей поставок (в том числе

территориально удаленных) на основе технологий искусственного интеллекта, внедренных в корпоративные информационные системы, суть которой заключается в интеллектуальной двунаправленной адаптивной интеграции логистических потоков всех участников логистической цепи (С. 84-94, 121-145, 158-169).

4. Предложены новые концептуальные методы повышения динамической устойчивости логистических провайдеров, основанные на применении интеллектуальных информационно-коммуникационных технологий, особенность которых состоит в предоставлении возможности в автоматизированном режиме комплексно отслеживать конъюнктуру конкурентной среды, своевременно информировать руководство бизнес-структур о возникновении рискованных ситуаций и выработать необходимые рекомендации для принятия управленческих решений (С. 94-106, С. 150-158).

5. Определены основные факторы развития логистических провайдеров уровня 3PL, 4PL до уровня 5PL+ на платформе искусственного интеллекта, которая позволит автоматизировать управление глобальными цепями поставок на основе компланарных потоков в едином информационном пространстве, а также наиболее полно реализовать виртуальное взаимодействие всех участников логистической цепи. Расширена классификация логистических провайдеров, которые рассматриваются с учетом становления цифровой экономики России (С. 54-61).

6. Предложена методика автоматизированного проектирования компланарных потоков в логистических информационных системах для глобальной интеграции логистических информационных систем при поддержке программных интерфейсов, интеллектуальных технологий и аппарата теории нечётких множеств. Применение компланарных потоков позволит автоматизировать взаимоотношения участников логистической цепи и повысить ее эффективность в целом (С. 174-185).

7. Разработана авторская концепция архитектуры информационного модуля для реализации методологии развития адаптивно-интегрированной логистики при поддержке методов искусственного интеллекта (нейронных сетей) и теории нечётких множеств. Применение данной архитектуры модуля в логистических

информационных системах позволит реализовать разработанную методологию и обеспечить качественную информационную поддержку логистических процессов. (С. 222-234).

8. Созданы алгоритмы управления компланарными потоками на основе методов теории нечётких множеств и цепей Маркова, которые позволяют принципиально алгоритмизировать операции среднесрочного и долгосрочного прогнозирования спроса потенциальных клиентов на логистические услуги в условиях современных вызовов и угроз (С. 212-220).

9. Разработаны авторские алгоритмы ранжирования логистических провайдеров при заключении контрактов между участниками цепей поставок с использованием аппарата теории нечётких множеств, а именно нечёткой композиции, позволяющие автоматизировать операции экспертных оценок по поддержке принятия управленческих решений (С. 171-185).

10. Предложены концептуальные основы механизма управления рисками логистических операций на основе аппарата теории нечётких множеств в режиме реального времени с использованием лингвистической переменной, который позволяет в автоматизированном режиме производить оценку логистических рисков и вырабатывать наиболее выгодное решение для всех участников логистической цепи, а также сократить фактор информационной перегруженности персонала (С. 198-211).

**Теоретическая значимость исследования.** Проведенное диссертационное исследование позволило расширить теоретическую базу интегрированной логистики, усовершенствовать методологические основы в предоставлении логистических услуг, обозначить спектр применения интеллектуальных технологий в логистике. Теоретическая значимость работы заключается в комплексном исследовании методов логистики в интернет-пространстве и научном обосновании полученных выводов.

**Практическая значимость диссертации** заключается в повышении эффективности логистических процессов и оптимизации проектирования цепей поставок, применению предлагаемых методик для планирования рисков и

маршрутизации логистических потоков на основе технологий искусственного интеллекта с автоматическим ранжированием поставщиков и контрагентов. Разработанная методология может применяться в педагогической деятельности при изучении дисциплин: «Логистика» и «Автоматизация бизнес-процессов в логистике».

#### **Апробация и внедрение результатов диссертационного исследования.**

Основные положения диссертации докладывались на научных и научно-практических конференциях: XLIV Международной научно-практической конференции «Вопросы управления и экономики: современное состояние актуальных проблем», февраль 2021г.; XXIX Всероссийская научно-практическая конференция: «Глобализация науки и техники в условиях кризиса», 2021г.; Международная научно-практическая конференция «Вопросы управления и экономики: современное состояние актуальных проблем». Москва, октябрь 2018 г.; Международная научно-практическая конференция «Вопросы управления и экономики: современное состояние актуальных проблем». Москва, декабрь 2018 г.; Международная научно-практическая конференция «Эффективное управление предприятиями: синергия логистики и финансов», 06.12.2017 г.

Практические результаты, полученные в результате проведенного исследования, нашли практическое применение в деятельности компаний: ООО «НОРБИТ» (ГК Ланит), ООО «Транспортные технологии», ООО «Транс Груз».

Теоретические выводы и рекомендации используются в учебном процессе в РАНХиГС при Президенте РФ: Институт экономики, математики и анализа данных отделение «Бизнес-информатика» специализация «Логистика», что подтверждено справкой о внедрении.

**Публикации по теме исследования.** Основные положения исследования по теме диссертации были опубликованы в 40 опубликованных работах общим объемом 48,01 п.л. (авторских 39,91 п.л.), в том числе в рецензируемых научных изданиях 20 статей общим объемом 10,81 п.л. (авторских – 10,11 п.л.), 2 статьи в журналах SCOPUS общим объемом 0,9 п.л. (авторских 0,5 п.л.), 4 монографии

общим объемом 32,6 п.л. (авторских 26,1 п.л.), 16 статей и тезисов докладов в других изданиях общим объемом 3,7 п.л. (авторских 3,2 п.л.).

**Структура диссертации.** Структура диссертационной работы была определена целью, задачами и логикой исследования. Диссертация содержит введение, пять глав, заключение, список использованной литературы из 423 наименований и 4 приложений. Текст диссертации изложен на 303 страницах, включает 21 таблицу и 57 рисунков.

Во введении обоснован выбор темы исследования, определена цель и сформулированы задачи исследования, выбраны объект и предмет исследования, обоснована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, охарактеризована информационная база и степень разработанности темы в научной литературе.

В первой главе «Формирование и развитие интегрированной логистики в условиях цифровой экономики» проведен анализ основных факторов развития интегрированной логистики, рассмотрено влияние информационных технологий на развитие логистического инструментария, выполнен анализ особенностей цифровой трансформации логистических бизнес-моделей и эволюции логистических информационных систем в условиях становления цифровой экономики России.

Во второй главе «Особенности развития потоковой теории логистики на основе технологий искусственного интеллекта» рассмотрена существующая классификация информационных потоков и добавлены новые классификационные признаки, разработаны теоретические аспекты методологии развития адаптивных потоков в цифровой экономике, а также впервые введен термин – «компланарные потоки», рассмотрены фундаментальные подходы к управлению виртуальной логистикой и выделены особенности цифровой трансформации интегрированной логистики.

В третьей главе «Основы методологии развития адаптивно-интегрированной логистики» проведен анализ современных логистических концепций, раскрыто понятие и экономическая сущность адаптивно-интегрированной логистики,

выявлены риски при адаптивной интеграции логистических бизнес-процессов и определены факторы повышения качества логистических услуг в условиях цифровой экономики.

В четвёртой главе «Практические аспекты методологии развития адаптивно-интегрированной логистики» разработан ряд моделей для управления компланарными потоками на основе аппарата теории нечётких множеств, теории цепей Маркова и нейронных сетей в условиях виртуализации взаимоотношений, построена модель интеллектуального управления рисками и сформулированы общие принципы интеллектуального управления компланарными потоками.

В пятой главе «Концептуальная архитектура адаптивного сервиса и оценка экономической эффективности логистических провайдеров» раскрыт принцип самоадаптации компланарных потоков, предложена модель автоматизации принятия управленческих решений на основе технологий искусственного интеллекта, произведена количественная и качественная оценка эффекта от автоматизации логистических процессов.

В заключении изложены основные выводы, теоретические положения и практические рекомендации по итогам проведенного исследования.

## **Глава 1. Формирование и развитие интегрированной логистики в условиях цифровой экономики**

### **1.1. Анализ основных факторов развития интегрированной логистики**

Стремительное развитие информационных технологий и цифровизация как общества в целом, так и различных бизнес-процессов предприятий приводит к кардинальным изменениям во взаимоотношениях практически во всех видах деятельности. Логистика очень тесно связана со многими отраслями экономики, пронизывая все бизнес-процессы, начиная от маркетинга и заканчивая послепродажным обслуживанием клиентов. Проектирование интегрированных цепей поставок охватывает процессы управления спросом, производственные и складские процессы, процессы транспортной логистики, информационной логистики и т.д., образуя единую управленческую среду для всей цепи поставок. Одной из важнейших проблем в данной области является дефицит профессиональных кадров, способных обладать всеми необходимыми компетенциями для глобального понимания задач. Многие специалисты ограничены в компетенциях только собственной зоной ответственности, что однозначно отрицательно сказывается на управляемости всей цепью поставок.

Качество цепи поставок оказывает прямое влияние на экономическую прибыль организации, поэтому данному вопросу следует уделять особое внимание, так как грамотно организованные цепи поставок позволяют сокращать издержки фирмы, оптимизировать не только свой оборотный капитал, но и финансовые потоки своих контрагентов. Ведь чем точнее осуществляется планирование цепей поставок, тем выше отдача в плане возврата инвестиций.

Одним из способов повышения эффективности цепей поставок является применение на практике концепции JiT (Just-In-Time), но это связано с целым рядом трудностей, так как большинство компаний не готово к столь строгому подходу к организации собственных бизнес-процессов именно из-за зависимости от своих контрагентов. Высокие риски обусловлены тем, что зависимость от контрагента ограничивается не только одним контрагентом, но и зависимостью от



третьей стороны - контрагента своего контрагента. И чем длиннее такая цепь, тем выше риски. Поэтому одним из решающих факторов устранения таких рисков является гибкость в организации собственных бизнес-процессов. Ведь чем крупнее компания, тем острее встает данная проблема. На крупном предприятии достаточно сложно организовать оперативное изменение в текущей деятельности из-за сильных зависимостей от цепей «контрагент-контрагент». Так же сильно сказывается инертность собственного персонала, которая проявляется из-за человеческих особенностей и нежелания менять устоявшиеся подходы в организации собственной деятельности. Причем данная особенность присуща практически всем без исключения компаниям. Любые изменения в должностных обязанностях практически всегда с негативом воспринимаются персоналом из-за необходимости менять привычные для них уклады в привычных подходах к выполнению должностных обязанностей. В большинстве случаев такие изменения приводят к внутреннему саботажу и необходимости для руководства в принятии кардинальных кадровых перестановок.

Одним из способов повышения эффективности работы сотрудников в динамично изменяющейся бизнес-среде является недопущение повышения нагрузки на них и ограничения зоны ответственности, что возможно за счет применения специализированной информационной системы. Чем точнее сотрудник понимает свою зону ответственности, тем большая от него будет отдача, так как он в таком случае не будет брать на себя задачи, в которых он некомпетентен.

Для более точного разграничения обязанностей сотрудников может применяться специализированная информационная система, которая будет ограничивать сотрудников использовать только те функции, на выполнение которых у сотрудника достаточно полномочий и компетенций.

Глубокий анализ деятельности провайдеров, участников цепей поставок позволил выявить наиболее существенные факторы, которые оказывают значительное влияние на развитие цепей поставок в условиях становления цифровой экономики страны, а именно:

- Цифровизация бизнес-процессов в цепях поставок;
- Интеллектуальные информационные системы:
  - Транспортные;
  - Складские;
- Электронный документооборот (включая налоговую и бухгалтерскую отчетность);
- Беспилотный транспорт;
- Умные дороги (smart road);
- Коммуникация между автомобилями (Vehicle-to-Vehicle) и автомобилями с инфраструктурой (Vehicle-to-Infrastructure);
- Цифровые платформы с гарантированной целостностью данных транзакций (на основе блокчейн);
- Применение аналитических инструментов для осуществления предиктивной аналитики;
- Применение цифровых витрин;
- Применение распределенных реестров;
- Применение IoT (Internet of Things);
- Планирование цепей поставок в режиме онлайн;
- Применение 5PL для оказания полного комплекса логистических услуг на основе облачных технологий и цифровых платформ [304].

Современные информационные технологии и возможности глобальной сети Интернет нашли широкое применение не только среди бизнес-структур, но и в повседневной деятельности широкого круга физических лиц. С их помощью можно существенно сократить затраты на поиск необходимой информации, её оценки и проверки. Если два десятилетия назад поиск необходимой научной, технической или любой другой информации означал дополнительные затраты, то в условиях цифровизации необходимую информацию можно получить практически с любого пользовательского устройства (смартфон, планшетный или стационарный компьютер) за минимальный промежуток времени.

Однако, несмотря на столь неоспоримое преимущество для пользователя, у данной возможности есть и один существенный недостаток, а именно ценностная характеристика полученной информации таким способом, существенно снижается за счет того, что усилия по ее получению незначительны.

В современных условиях на первое место выходят задачи по оценки достоверности информации, её объективного анализа и надёжности хранения.

Для того чтобы интегрированная логистика получила новый импульс развития, необходимо использовать новейшие достижения в сфере информационных технологий, такие как блокчейн, искусственный интеллект, интернет вещей и т.д. В результате их эффективного применения логистические бизнес-процессы получают мощнейшую информационно-технологическую поддержку, обеспечив тем самым цифровую трансформацию логистики за счет формирования единого информационного пространства, объединяющего всех участников логистических взаимоотношений. Применение «умных» технологий позволит реализовать массу недоступных ранее возможностей по управлению логистическими потоками [116].

По опубликованным РБК аналитическим данным, логистика входит в ТОП-5 самых «оцифрованных» отраслей как в России, так и во всём мире [187]. Однако, достаточно часто речь идет вовсе не о цифровизации, а об автоматизации процессов, так как некоторые специалисты не до конца разобрались с терминологией и часто происходит подмена понятий, когда под цифровизацией понимают классическую автоматизацию бизнес-процессов, но с использованием современных технологий, включая блокчейн, искусственный интеллект и др. [355, 356]. Ведь к основным признакам цифровизации одновременно относятся: единое информационное пространство, датацентричный подход в управлении процессами, наличие цифровых двойников управляемых объектов [394], что в описываемых процессах «цифровизации» просматривается далеко не всегда.

Применение информационных технологий является жизненно необходимым фактором развития при управлении цепями поставок и позволяет обеспечить экономический рост предприятия. Но быстрое их развитие способствует столь же

быстрому устареванию, что вынуждает логистические компании постоянно следить за изменениями на рынке ИТ и постоянно инвестировать средства в новые технологические решения: информационные системы, платформы и даже экосистемы. Конечно, постоянно обновлять информационные системы в погоне за модой и новым функционалом – это очень дорогостоящее мероприятие, которое далеко не всегда позволяет получить реальные конкурентные преимущества. Но если на этапе стратегического планирования не предусмотреть важный функционал, который в настоящее время может показаться избыточным, то может случиться так, что в дальнейшем он окажется критически важным, как это произошло, например, с крупнейшей международной транспортно-логистической компанией ООО «ТРАСКО», которая при внедрении TMS-системы посчитала, что картографический функционал с оперативным отслеживанием параметрических данных, в том числе для мобильных приложений водителей-экспедиторов, ей на данный момент не нужен и на этапе внедрения отказалась от него. Но спустя несколько лет, когда значительно увеличился объем грузоперевозок, оказалось, что данный функционал является одним из критических факторов успеха при планировании маршрутов перевозок. В результате цена всего лишь одной стратегической ошибки оказалась очень высокой, исчисляемой не одним десятком миллионов рублей, и в настоящее время компания вынуждена тратить столь значительные средства на внедрение новой информационной системы.

Применение единых управленческих принципов в интегрированной цепи поставок позволяет повысить эффективность всей цепи в целом, включая как самого клиента, так и его поставщиков, и потребителей. Интеграция логистических бизнес-процессов позволяет согласовывать деятельность всех подразделений – участников логистической цепи, сокращая производственный цикл и запасы, логистические издержки, повышая оборачиваемость запасов и оборотного капитала. Интегрированная цепь поставок может рассматриваться как единый механизм с обратной связью, позволяющей своевременно реагировать на любые конъюнктурные изменения рынка. Практически любая фирма – участник логистической интегрированной цепи поставок имеет двойственную природу,

являясь одновременно для кого-то поставщиком, а для кого-то другого потребителем. Интеграция логистических бизнес-процессов позволяет более точно планировать ресурсы предприятия за счет системного подхода, при котором состояние исследуемого объекта рассматривается во взаимосвязи со всеми компонентами логистической цепи [248].

Одной из важнейших целей интегрированной логистики является сокращение логистических издержек. Для оптимизации бизнес-процессов, повышения точности прогнозирования и более конкретного планирования ресурсов используются специализированные логистические информационные системы, главной особенностью которых является повышение производительности предприятия. Информационные технологии являются необходимым условием существования предприятия и давно уже не являются конкурентным преимуществом, а представляют собой виртуальную инфраструктуру, как бы «кровеносную систему» по которой циркулируют информационные потоки [403].

Практически любой вид деятельности современного предприятия основывается на применении информационных технологий, таких как коммуникации через сеть Интернет и применение мобильных технологий. Применение сети Интернет практически неотделимо от логистических бизнес-процессов. Ни один глобальный маршрут не может быть спроектирован без применения сетевых технологий, современная торговля очень плотно использует Интернет-коммуникации. Статистика использования сети Интернет для заказов товаров (услуг) показывает уверенный ежегодный прирост (см. Рисунок 1).

Мобильные технологии применяются не только для совершения Интернет-покупок обычными пользователями, то также для коммуникаций удаленных сотрудников, например, удаленный менеджер может работать с внутренней информационной системы посредством мобильного приложения. В связи с такой востребованностью, наблюдается устойчивый рост потребления мобильного интернета (см. Рисунок 2)

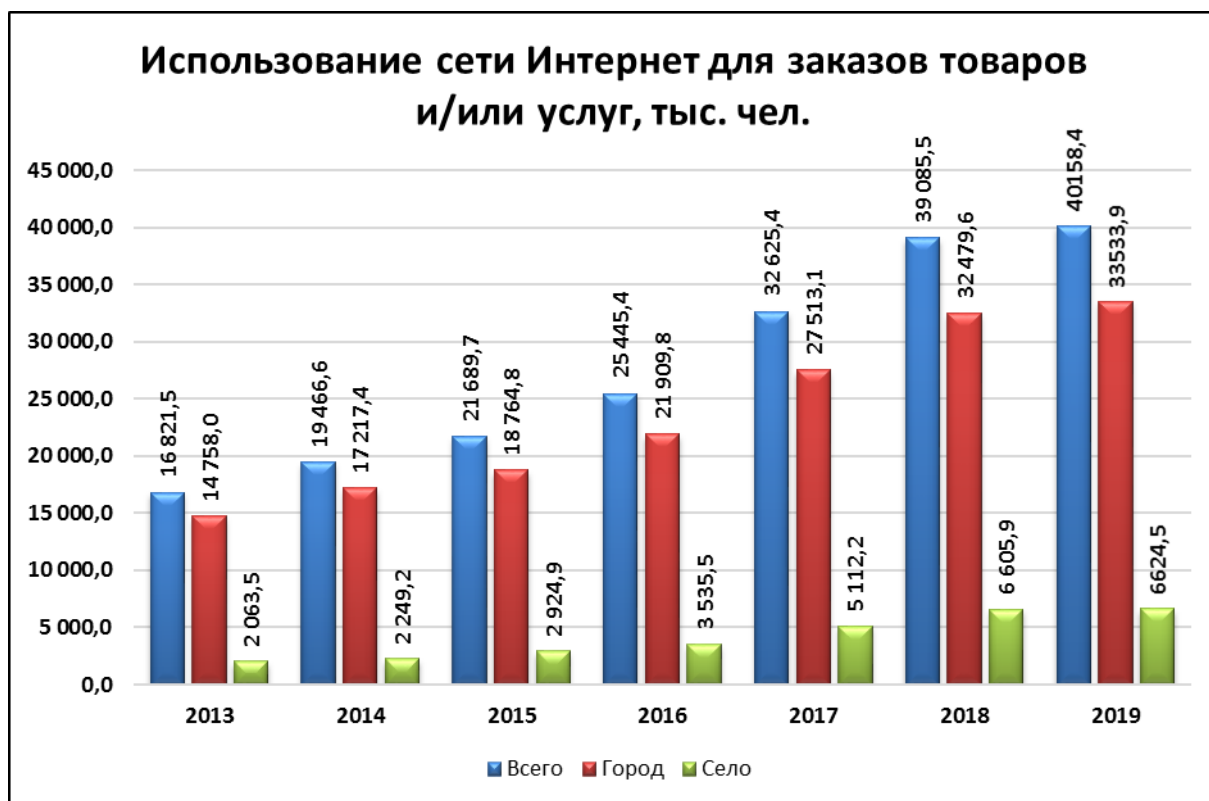


Рисунок 1 – Использование сети Интернет для заказов товаров и/или услуг [131]



Рисунок 2 – Проникновение мобильного интернета [397]

В исследовании, выполненном аналитическим агентством *tadviser*, были отмечены наиболее перспективные технологии, которые способны существенно изменить конъюнктуру глобальных рынков [331]. В результате их расширенного анализа, выбраны наиболее актуальные, которые целесообразно использовать в управлении цепями поставок в среднесрочной перспективе:

- **Автономные транспортные сети** могут с успехом применяться для беспилотной доставки грузов и товаров. В основу реализации данной технологии могут быть заложены алгоритмы искусственного интеллекта и высокоскоростные каналы связи. Для успешной реализации данного направления необходима поддержка на государственном уровне, поскольку в настоящее время существуют юридические ограничения на использование беспилотных аппаратов (как летательных, так и наземных).
- **Big Data (Большие данные).** С помощью технологии анализа больших данных (Data Mining) можно выявлять новые зависимости и получать структурированные знания из большого массива накопленных данных для прогнозирования и автоматизации процесса принятия решений.
- **Блокчейн.** Одна из актуальных и противоречивых технологий. Завоевала свою популярность на фоне бурного развития криптовалют, но при этом до сих пор не нашла другого промышленного применения. Для логистики может представлять интерес при создании единого глобального журнала транзакций или реестра, защищенного от редактирования и подделок. Информация, размещенная в цепочке блокчейн не поддается модификации, что гарантирует целостность и достоверность исходных данных.
- **Искусственный интеллект и машинное обучение.** В настоящее время очень популярная технология. На основе алгоритмов искусственного интеллекта работают алгоритмы распознавания текстов и образов, классификации объектов, поиска людей по фотографиям,

семантического анализа текстов и многие другие. Для данной технологии существует огромное количество библиотек и фреймворков (от англ. Framework – платформа, облегчающая разработку программного продукта [349]). Технология активно популяризируется и в настоящее время можно найти надстройки по созданию нейронных сетей для MS Excel [331].

Развитие вычислительных технологий получило настолько стремительные темпы, что стало оказывать влияние на способы взаимодействия с партнерами и клиентами. Одно из существенных изменений в концепции управления было описано П. Друкером в книге «Задачи менеджмента в XXI веке» и заключалось в том, что «сегодняшние начальники уже не обязаны владеть всеми знаниями и навыками, которыми владеют их подчиненные, хотя несколько десятилетий назад это было неременным условием» [98]. Для поддержки управленческих функций применяются информационные системы с поддержкой принятия решений (СППР), которые позволяют компенсировать отсутствие у менеджеров практических навыков и экспертных знаний. Если ранее авторитет руководителя формировался на основе личного опыта и лидерских качеств, что в глазах сотрудников имело гораздо большее влияние, нежели только лидерские качества без практического опыта, то в настоящее время наличие практического опыта стало необязательным. Тем не менее, роль современного руководителя часто заключается только в управлении, чем и обусловлена современная концепция подготовки универсальных эффективных менеджеров, которые могут руководить одинаково эффективно (или неэффективно) в различных отраслях при помощи современных информационных систем поддержки принятия решений, в которых запрограммированы типовые сценарии и экспертные знания. Применение данных систем помогают существенно сократить риски управленческих решений, тем самым повышая доходность логистических операций.

Информационно-коммуникационные технологии для предприятий давно перестали быть конкурентным преимуществом, превратившись в обеспечивающий инфраструктурный компонент, такие же как электроснабжение и водопровод, о



чем говорил Николас Карр в своей работе «Блеск и нищета информационных технологий: Почему ИТ не являются конкурентным преимуществом?» [35]. Несмотря на то, что его коллеги по цеху сильно раскритиковали данную работу, которая существенно принижала роль ИТ-руководителя, жизнь показала правоту его высказываний. В настоящее время информационные технологии используются повсеместно, а конкурентное преимущество можно обеспечить за счет применения специализированного современного программного обеспечения, которое способно повышать производительность и сокращать издержки. Для получения преимущества в конкурентной борьбе необходимо использовать самые последние достижения науки и техники, к которым относятся алгоритмы искусственного интеллекта, технологии больших данных.

Федеральная служба государственной статистики также подтверждает бурное развитие информационно-коммуникационных технологий. По результатам ежегодных статистических данных, публикуемых на официальном сайте, удельный вес организаций, использующих информационно-коммуникационные технологии по состоянию на 2019 год составил 92% от общего количества организаций, а удельный вес организаций, имеющих собственный Интернет-сайт – чуть более 50% [344]. При этом объем рынка промышленного искусственного интеллекта в России по данным аналитического агентства *tadviser* к 2021 году составит около 380 млн. долларов США [331].

Одновременно с ростом востребованности сети Интернет отмечается рост онлайн продаж в интернет-магазинах с использованием мобильных устройств. Постоянная доступность мобильных устройств позволяет совершать покупки не только со стационарных компьютеров, но и с помощью мобильных устройств, что позволяет существенно экономить время пользователя.

Объемы Интернет-продаж в России показывают устойчивый рост и по прогнозам аналитического агентства *DataInsight* к 2023 году составят около 2400 млрд. руб. (см. Рисунок 3) [133].

Несмотря на то, что рынок электронной коммерции показывает уверенный рост, в том же отчете аналитического агентства *DataInsight* отмечается, что сумма

среднего чека при этом снижается. Анализируя данные факты и прогнозы, можно сделать обоснованный вывод, что логистическая поддержка электронного бизнеса должна непрерывно развиваться, чтобы обеспечить бизнес качественными услугами и повысить эффективность собственных бизнес-процессов.

Для обеспечения Интернет-торговли качественными логистическими услугами провайдер должен обеспечить высочайший уровень организации цепей поставок, что практически невозможно без информационно-технологической поддержки.



Рисунок 3 – Интернет-торговля в России, прогноз на 2020-2023гг [395].

Таким образом, чтобы современный бизнес мог успешно конкурировать на рынке Интернет-торговли, необходимо внедрять конкурентоспособные инновационные технологии, использующие самые последние достижения науки и техники. Формирование интегрированных цепей поставок – это крайне ответственный процесс, который невозможно реализовать одному человеку или в пределах только одной информационной системы, так как необходимо тщательное согласование каждого из звеньев. Выполнять подобные операции в ручном режиме и в условиях огромного количества информации крайне сложно, так как принятие

управленческого решения в случае непрерывного потока данных будет являться крайне непростой задачей, приводить к быстрой утомляемости и, как следствие, значительному количеству человеческих ошибок.

На помощь в этой ситуации однозначно проходят технологии искусственного интеллекта, которые на основе накопленных данных и алгоритмов извлечения знаний смогут оказать ощутимую помощь при принятии управленческих решений. Применение данных технологий позволит выполнить качественное замещение операций, выполняемых человеком.

Кроме того, искусственный интеллект может оказать критически значимое влияние на рынок государственных и потребительских услуг. Консалтинговое агентство «Tractica» опубликовало аналитический прогноз, в котором приводится оценка мирового рынка искусственного интеллекта. Согласно этому отчету мировой уровень дохода к 2025 году составит порядка 36,8 миллиардов долларов США (см. Рисунок 4) [384].

Стоит подчеркнуть, что применительно к ситуации по развитию технологий искусственного интеллекта есть ситуации, «такие как распознавание изображений, алгоритмическая торговля ценными бумагами и управление данными пациентов здравоохранения, имеют огромный масштабный потенциал, в то время как другие являются нишевыми приложениями» [316]. «Аналогичным образом, несколько ключевых секторов промышленности, включая потребительские товары, бизнес-услуги, рекламу, финансы и инвестиции, медиа и развлечения и оборонные приложения, будут приносить значительный доход от реализации программного обеспечения на основе искусственного интеллекта в дополнение к продажам оборудования и услуг на его основе.

В ближайшее десятилетие интеллектуальные технологии окажут влияние практически на все мыслимые отрасли промышленности» [136].

Крупный бизнес, предприниматели и государство заинтересованы в качественном логистическом обеспечении при предоставлении государственных услуг и при осуществлении торговли, в том числе и торговле через Интернет.

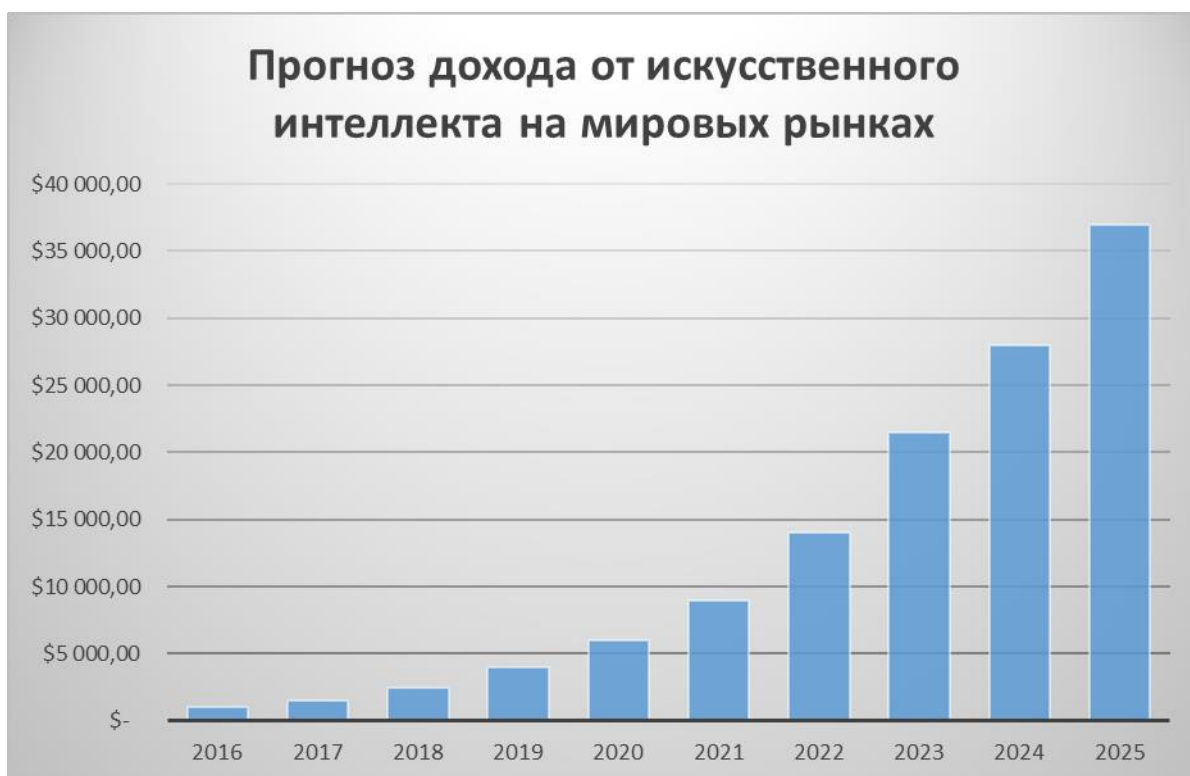


Рисунок 4 – Прогноз дохода от искусственного интеллекта на мировых рынках [384]

Для оценки уровня логистической поддержки на межгосударственном уровне используется Индекс LPI - Logistics Performance Index, разработанный Всемирным банком. Данный индекс носит агрегирующий характер и учитывает одновременно шесть показателей:

1. Эффективность таможенных процессов.
2. Транспортную инфраструктуру и качество сопутствующих услуг.
3. Уровень цен при поставках товаров.
4. Качество логистических услуг.
5. Возможность мониторинга грузов.
6. Частота (регулярность) получений грузов грузополучателем.

Индекс эффективности логистики позволяет оценить производительность всей цепи поставок внутри страны. Периодичность выпуска Индекса – два года. Согласно отчету Всемирного Банка «Trade Logistics in the Global Economy» за 2016 год Россия занимала 99-е место по индексу LPI. Однако за 2017-2018 годы Россия поднялась в рейтинге уже до 85 места (см. Рисунок 5).



Рисунок 5 – Динамика изменения индекса LPI

Развитие интегрированной логистики очень тесно связано с инновациями в информационных технологиях. Впервые термин «инновация» был введён австрийским ученым Йозефом Шумпетером в работе «Теория экономического развития» [366], с которого начинается серия исследований по классической теории инноваций, и которая в дальнейшем взята за основу цифровой экономики. Й. Шумпетер рассматривал инновации как появление «новых комбинаций» производства, то есть вкладывал в это понятие смысл фактора производства.

Подъем экономики возможен под влиянием следующих пяти факторов:

1. Применение новой техники и технологических процессов.
2. Выпуск нового продукта или кардинальное обновление свойств уже существующего.
3. Применение нового вида сырья.
4. Изменение организации производства и его материально-технического обеспечения.
5. Переход или проникновение в новую рыночную нишу [5, 158].

В другой работе «Капитализм, социализм и демократия» Й. Шумпетер популяризовал еще один новый термин – «созидательное разрушение» и обосновал влияние инноваций на экономические процессы. Кроме того, доказал, что экономическое равновесие разрушается новаторами, которые стремятся повысить прибыль за счет внедрения инновационных технологий, сокращая тем самым производственные издержки и повышая эффективность процессов. Например, телеграф был заменен телефоном, конные повозки сменились автомобилем и т.д. [367].

По мере внедрения инноваций в экономические процессы, рано или поздно наступает такой момент, когда начинается их массовое внедрение. Процесс принятия технологий (см. Рисунок ) заложен в основу теории «Диффузия инноваций» [302], которая была разработана Эвереттом Роджерсом. Впервые теория была опубликована в 1962 году, в которой Роджерс объяснил способы распространения новых идей на рынке.

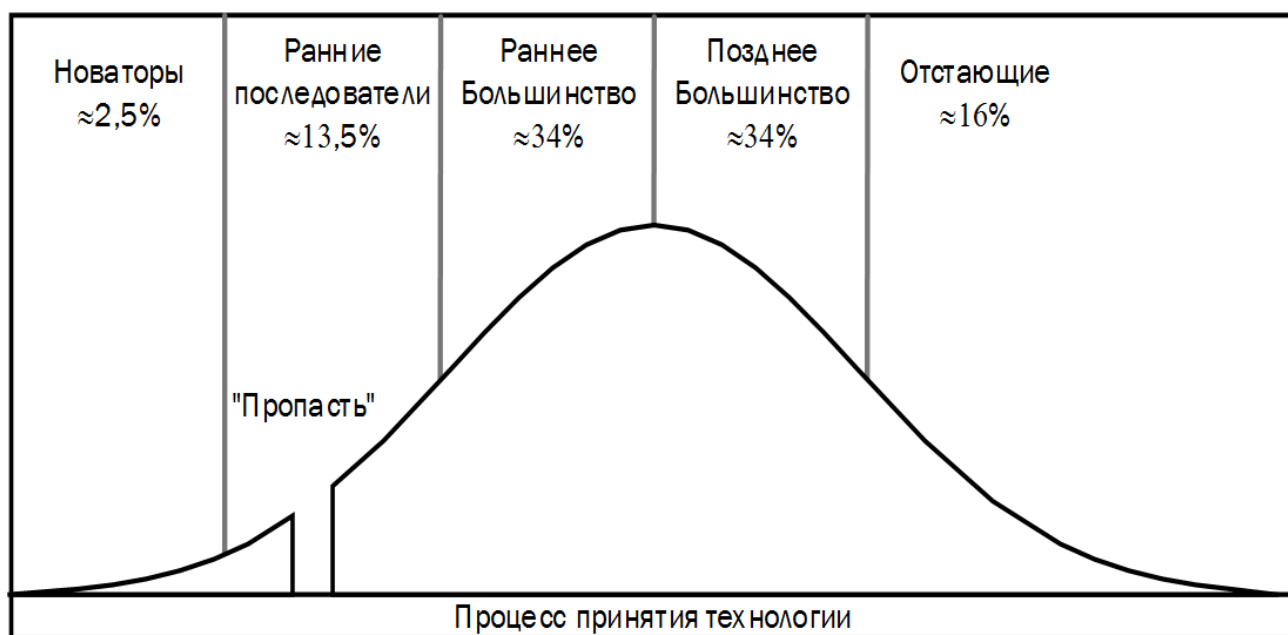


Рисунок 6 – Диффузия инноваций

В ходе наблюдений за жизнью фермеров, Роджерс заметил, что при появлении новых семян и методов возделывания сельскохозяйственных культур, некоторые фермеры начинали их использовать сразу же, а другие сопротивлялись

до последнего, следуя старым традициям. В результате наблюдений было выделено пять категорий пользователей, которые разделены по активности принятия технологии: новаторы, ранние последователи, раннее большинство, позднее большинство, отстающие. В дальнейшем эти категории были распространены на всех пользователей без исключения и ассоциативность в названии категории позволяет сразу же понять суть теории [413].

Аналогичная ситуация с внедрением инноваций происходит в современной экономике. Технологии, получив сколь-нибудь значимый импульс начинали внедряться первыми новаторами. Иногда получалось добиться внушительных результатов, как произошло, например, с технологией блокчейн. Но, с другой стороны, из-за огромных рисков не всегда удается получить ее широкое распространение. Опять же, технология блокчейн органично вписалась в систему криптовалют и на фоне роста ее популярности стала активно продвигаться и технология блокчейн. Однако современный бизнес до сих пор не смог найти применения данной технологии, кроме криптовалют, хотя такие попытки многократно реализовывались для создания защищенных от изменения реестров или баз данных.

Поскольку информационные технологии являются основными для обеспечения логистических бизнес-процессов, то внедрение инновационных решений осуществляется по рассмотренным выше принципам и теориям. Еще одним важным инфраструктурным компонентом интегрированной логистики являются телекоммуникации и связь, которые оказывают существенное влияние на логистические бизнес-процессы.

Таким образом, анализ деятельности отечественных провайдеров показал, что одной из актуальных проблем связи является нехватка пропускной способности каналов для обеспечения надежного соединения пользователей информационных систем и активно развивающегося направления Интернета вещей (IoT), применение которого уже сейчас крайне важно для логистики. Развитие Интернета вещей, концепции «умный дом», которая используется также в

промышленности и в логистике, в частности, требует огромного количества подключений с необходимым уровнем качества для устойчивой связи и бесперебойной передачи данных. Действующие технологии беспроводной связи не способны обеспечить требуемое количество и качество подключений из-за недостаточной скорости. Новое поколение связи 5G способно обеспечить качественной связью не только пользователей Интернета, но и огромное количество «умных» устройств, каждому из которых необходимо собственное подключение. Пропускная способность каналов 5G будет от 10 до 100 раз выше пропускной способности существующей сети LTE. Пожалуй, самым существенным недостатком перехода на технологию 5G является ее стоимость, которая окажется гораздо выше стоимости перехода от 3G к LTE. Главной причиной столь высокой стоимости является более высокая плотность размещения базовых станций и более дорогое оборудование, устанавливаемое на этих станциях.

Непосредственный интерес к развитию технологии 5G имеют операторы связи. Но, учитывая дороговизну развертывания, возможно развитие следующего сценария. В первую очередь будут охвачены наиболее загруженные города и федеральные центры, что позволит на первом этапе извлечь более высокую прибыль, чем при внедрении в слабо загруженных регионах. Затем, по мере убывания загруженности, будут охватываться и регионы.

Кроме дороговизны развертывания, существует и еще один сдерживающий фактор, а именно производство чипов с поддержкой 5G, которое не успевает за темпами роста востребованности. Потребуется порядка 3-5 лет, чтобы обеспечить коммерческую привлекательность для операторов мобильной связи [67, 294].

Внедрение «умных» технологий окажет существенное влияние на развитие производства и бизнес структур, но потребует обязательной государственной поддержки. 7 мая 2018 года Президентом РФ был подписан Указ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», в котором поставлены задачи по обеспечению ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере. Национальный проект



«цифровая экономика» включает в себя ряд федеральных проектов (см. Рисунок ), утвержденных протоколом заседания президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий [267, 277]. Основные цели национального проекта направлены на правовое регулирование цифровой экономики, создание современной конкурентоспособной ИТ-инфраструктуры, обеспечение информационной безопасности при передаче и обработке данных, подготовку высококвалифицированных кадров, стимулирование отечественных разработок и др.

Несмотря на столь амбициозные цели, по результатам 2020 года по данным Счетной палаты оказалось, что национальный проект «Цифровая экономика» не смог реализоваться в полной мере, так как из выделенных из бюджета на этот год 108 млрд. руб. было истрачено только 57,9 млрд. руб., что составило порядка 53,6% от запланированных. Это означает, что Минкомсвязи, ответственное за данный проект не смогло обеспечить должного количества госконтрактов и смогло подписать соглашения о субсидиях [354].



Рисунок 7 – Структура национального проекта «Цифровая экономика» [267]

При всей важности информационной поддержки, данный факт оказывает отрицательное влияние на поддержку и развитие интегрированной логистики.

## **1.2. Влияние информационных технологий на развитие логистического инструментария**

Для оптимизации логистических бизнес-процессов к настоящему времени разработано и используется в практической деятельности достаточно большое количество инструментальных средств. Многие из них построены на традиционных (клиент-серверных) архитектурах. Однако за последние пять лет очень активно стало развиваться направление, связанное с применением технологий искусственного интеллекта, таких как Data Mining, Text Mining, машинное обучение и нейронные сети. Их применение позволяет выявлять корреляционную зависимость между различными компонентами логистических цепей, создавая предпосылки для уменьшения затрат и увеличения результативности цепей поставок в целом.

Вторым по значимости оказывания достаточно сильного влияния на развитие логистики в современных условиях становится:

- применение облачных технологий,
- технологий виртуализации рабочих мест, серверов, дисковых хранилищ данных,
- виртуализация ИТ-инфраструктуры.

Практическая возможность виртуализации позволяют обеспечить гибкость и динамичность при проектировании логистических бизнес-процессов.

Более того, в условиях становления цифровой экономики многие провайдеры в погоне за удержанием клиентов широко используют эти технологии для того, чтобы выйти за пределы своей физической инфраструктуры с целью реализации более гибкой интеграции со своими контрагентами и партнерами. Применение облачных технологий позволяет реализовать концепцию BYOD (Bring Your Own Device) и «отвязать» сотрудников от рабочего стационарного компьютера.

Таким образом, данный подход позволяет предоставить собственному персоналу, клиентам, контрагентам возможность использовать более широкий набор сервисов, а также удаленный доступ к ним в режиме реального времени.

В общей теории логистики информационный поток понимается как совокупность информационных сообщений между внешней средой и логистической системой носит сопутствующий характер [309], однако в условиях виртуализации отношений значение данного потока для логистических систем становится основным.

В информационном потоке сведения о финансовых ресурсах традиционно трактуются как финансовый поток. По этой же аналогии можно предположить, что цифровой товар будет являться материальным потоком в цифровом пространстве, с его сопровождением, поддержкой и контролем.

Многие фирмы, задумавшись над вопросом извлечения ценности из накопленных данных проводят их анализ с применением сторонних аналитических инструментов: BI-систем (системы бизнес-аналитики), аналитические платформы (Deductor, Loginom, Knime и др.), но при необходимости их частого использования для актуализации данных и повышения оперативности принятия решений целесообразно интегрировать данный инструментарий в логистическую информационную систему.

Логистические информационные системы (ЛИС) – это специализированный класс информационных систем, которые позволяют автоматизировать управление логистическими потоками и повысить в целом эффективность логистических бизнес-процессов. ЛИС могут быть как самостоятельными информационными системами, так и могут быть представлены в виде модулей, расширяющих функционал корпоративных информационных систем управления предприятием.

Все информационные системы работают на основе информационных сетей, как локальных, так и глобальных. Информационная сеть позволяет осуществлять коммуникации между клиентскими устройствами и серверами. В структуре логистического обеспечения фирмы могут содержаться различные направления: производственная логистика, транспортная логистика, складская логистика, сбытовая, информационная и т.д. Для каждого из этих направлений применяется соответствующая информационная система или информационный модуль.

### ***LBS - Геолокационные системы***

Геолокационные системы (или геоинформационные системы) – это сравнительно молодой класс программного обеспечения, которые могут обрабатывать данные о географическом положении объекта (транспорт, контейнер и пр.) для сохранения текущих координат в базе данных, проектировать маршруты движения с учетом различных ограничений. Геоинформационные сервисы (LBS - Location-based services) являются основным компонентом навигационных систем, которые применяются как на гражданском транспорте, так и на военном и коммерческом. Кроме определения локации транспорта данная технология может применяться для определения координат человека (по координатам его мобильного устройства), что позволяет рекомендовать пользователю объекты поблизости, искать друзей в зоне пребывания пользователя, искать места общественного питания, досуга или бытового назначения. Грузовой транспорт может с таким же успехом использовать информацию об организациях с географической привязкой по координатам GPS/Глонасс для поиска ближайшего пункта или станции обслуживания, заправочной станции, а также может получать информацию о другом участнике перевозок.

В логистике такие системы крайне полезны для повышения оперативности обработки и доставки заказа. Совмещение технологий геоинформационных сервисов и технологии RFID позволяет автоматизировать бизнес-процессы не только по перевозке грузов, но и по комплектованию непосредственно контейнеров.

Развитие технологий геопозиционирования позволило свести к минимуму погрешности при определении координат отслеживаемых объектов и в связке с крупнейшими картографическими сервисами Яндекс.Карты или [Google.Maps](https://www.google.com/maps) дает возможность более точного проектирования маршрутов. Кроме того, сами сервисы предлагают решения для логистических систем по прокладке маршрутов между различными населенными пунктами. Например, у Яндекса есть специализированная платформа для логистики, позволяющая автоматически планировать маршруты, оптимизировать транспортные расходы, наблюдать в режиме онлайн за перемещением курьеров и транспорта и многое другое [379].

В виртуальной среде очень широкое распространение получил новый вид рекламы, отличающийся большей эффективностью – это реклама, основанная на геотаргетинге (LBS), в результате которой пользователь получает рекламу только тех заведений и организаций, которые находятся от него в непосредственной близости.

Рост заинтересованности к геоинформационным технологиям подтверждает исследование аналитического и консалтингового агентства BIA Advisory Services на примере исследования расходов на рекламу в мобильных устройствах на основе геопозиционирования [385]. По прогнозам агентства, рост рынка геотаргетированной рекламы вырастет в период с 2017 по 2022 годы в 2, 26 раза.

Широчайшие возможности технологии (от отслеживания координат мобильного устройства пользователя до отслеживания положения коммерческого транспорта с отображением на интернет-сайтах) позволяют заказчикам в онлайн-режиме отслеживать маршрут и текущее положение груза или транспорта и применять данные сервисы в различных отраслях и сферах бизнеса. Объединение функционала штрихового и RFID-кодирования в составе традиционных логистических информационных систем с геоинформационными сервисами позволит обеспечить гораздо бóльшую гибкость при проектировании цепей поставок [30, 74, 89, 91, 247, 311, 369].

### ***Интеллектуальные системы***

Высшую ступень в иерархии информационных систем занимают интеллектуальные системы. Развитие интеллектуальных технологий осуществляется огромными темпами. За последние годы появилось множество программных библиотек и фреймворков для работы с искусственным интеллектом (машинное обучение и нейронные сети, машинное зрение, распознавание образов и многое другое). Искусственный интеллект с успехом применяется практически во всех отраслях науки, техники, бизнес-анализа и, в том числе, логистики. Интеллектуальные технологии позволяют автоматизировать некоторые процессы, которые ранее требовали обязательного участия человека, например, рекрутинговые компании уже проводят первый тур собеседования при отборе

кандидатов с помощью программных роботов, работающих на алгоритмах искусственного интеллекта. В электронной торговле такие технологии нашли применение в рекомендательных системах, позволяющих неопределившемуся посетителю Интернет-магазина не остаться с проблемой выбора один на один.

Впервые такая система была запущена в 2000-м году в компании Яндекс на площадке, которая сначала называлась Яндекс.Товары, а затем стала называться Яндекс.Маркет после объединения с площадкой Подбери.ру. В строке поиска пользователь мог формулировать запросы на естественном языке, а система, получившая название Яндекс.Гуру, подбирала наиболее подходящие рекомендации. При этом от пользователя вовсе не требовалось владеть технической информацией о параметрах выбираемого продукта, достаточно было набрать просто запрос типа «Купить недорогой фотоаппарат для путешествий». Система самостоятельно понимала, что если фотоаппарат для путешествий, то очень важное значение будет иметь вес, а во вторую очередь – цена. Ранжирование товаров на странице предложений осуществлялось с учетом этих факторов. На следующих этапах выбора система продолжала задавать пользователю несложные вопросы для уточнения выбора. Система Яндекс.Гуру в свое время имела высокую популярность.

В 2010 году была запущена рекомендательная система выбора товаров для Интернет-магазина Юлмарт [380]. Результатом её внедрения стало существенное повышение конверсии сайта и, следовательно, увеличение объемов продаж. Точный результат компания Юлмарт измерить не смогла, так как клиент не обязательно покупал товар за первый же сеанс, он мог вернуться позднее (отложенная покупка). Еще одним фактором, затрудняющим подсчет точного эффекта, был тот факт, что покупки в результате осуществлялись из одного и того же каталога товаров, потому что после завершения рекомендательного цикла система выдавала пользователю ссылку на карточку товара – ту же самую страницу товара, которую пользователь видел в каталоге. Позднее, эта ситуация была исправлена и для таких товаров стали добавляться специализированные метки. К 2013 году, то есть через три года после внедрения сервиса, компания

заняла первое место в российском Forbes в рейтинге «20 крупнейших онлайн-магазинов России» [377].

Интеллектуальные технологии в информационных системах применяются помимо логистики и в других сферах деятельности – это промышленность, государственные услуги, экономическая безопасность и многие другие. Цифровизация бизнес-процессов, которые ранее требовали участия человека позволяют не только сократить издержки, но и повысить конкурентоспособность, так как услуги, оказываемые интеллектуальными сервисами, могут оказываться круглосуточно с высокой степенью результативности.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что применение новейших алгоритмов позволяет:

- обрабатывать неструктурированную информацию, находить смысл и эмоциональную составляющую высказываний;
- работать с нечёткими входными данными (когда нет чёткой формализации входных параметров);
- работать с избыточной информацией;
- обрабатывать противоречивые входные данные

### ***Облачные приложения и сервисы***

Облачные приложения – это программные комплексы, расположенные на серверах с возможностью доступа из внешних сетей и работающие, в основном, через веб-интерфейс и не требующие установки на клиентские устройства.

Наиболее распространенными облачными сервисами являются: SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) и IaaS (Infrastructure as a Service). По результатам аналитического исследования, выполненного аналитическим агентством iKS-Consulting в 2018 году, объем рынка облачных сервисов вырос на 17,5% в долларах США и на 25% в национальной валюте. Растущий интерес к облачным технологиям со стороны крупного бизнеса вызван следующими факторами:

- рост доверия к поставщикам услуг;



- оптимизация затрат на собственную ИТ-инфраструктуру;
- доступность облачных технологий в связи с ростом количества поставщиков;
- государственное регулирование по защите национального рынка.

По результатам исследования был сделан прогноз ежегодного роста рынка облачных технологий на 23% до 2022 года. При этом некоторые сегменты могут показывать более высокие значения, вплоть до 30-31% в год. К 2022 году прогнозируется, что объем рынка превысит 155 млрд. руб. (см. Рисунок 8)



Рисунок 8 – Динамика развития рынка облачных услуг в России до 2022 г. (Базовый сценарий) [257].

Облачные сервисы по уровню доступа могут быть двух типов: публичные и частные. Публичные – это сервисы, доступ к которым открыт для всех желающих. Функционал обычно становится доступным после регистрации и оплаты тарифного плана. Частные – это сервисы, созданные самой компанией и предназначенные только для своих сотрудников, работающих за пределами локальной сети. Возможность удаленного доступа и доступа с мобильных приложений позволяет

пользователям оперативно обмениваться информацией с корпоративной системой, например, при удаленной работе (на удаленных складах, на выезде и т.д.).

С появлением программных комплексов, размещаемых в информационных облаках, появилось новое направление – облачная логистика, которая подразумевает управление логистическими бизнес-процессами на основе облачных приложений и сервисов [332].

Применение облачных сервисов позволяет автоматизировать управление транспортными компаниями, управление взаимоотношениями с клиентами, управление закупками и складом, управление производством, управление финансами и др. Основная выгода от их использования – это отсутствие основных этапов внедрения информационных систем: сбор требований к приложению, проектирование сервиса разработка, внедрение, тестирование. Предприятию необходимо сформулировать свои бизнес-требования и выбрать наиболее подходящий облачный сервис. После заключения договора и оплаты тарифного плана система сразу же пригодна для использования. Данный подход позволяет существенно сократить совокупную стоимость владения приложением, так как нет необходимости в капитальных затратах на приобретение оборудования и разработку сервиса. В результате окупаемость может наступить не через несколько лет, как в обычной практике при внедрении крупных информационных система, а буквально уже через несколько месяцев ее использования [115, 256].

Еще одна выгода от применения облачных сервисов – это снятие с пользователя ответственности за сохранность информации. По условиям договора чаще всего ответственность несут именно поставщики услуг, то есть вопросы информационной безопасности, сохранности информации, достаточности вычислительных ресурсов – это зона ответственности провайдера.

Анализ показывает, что несмотря на значительное количество преимуществ, у данной технологии есть один существенный риск – зависимость от поставщика услуг. Фирме приходится полностью довериться провайдеру, так как вся корпоративная информация будет храниться на его серверах, а процесс перехода к другому поставщику услуг может оказаться невозможным или крайне сложным,

так как различные поставщики используют различные технологии и форматы данных [407].

В интегрированной логистике интеллектуальные технологии могут быть крайне полезны для автоматизированного проектирования цепей поставок, что позволит устранить негативные последствия человеческого фактора: усталость, субъективность при принятии решений, болезни, меркантильные интересы, неспособность сохранять высокую концентрацию внимания длительный период времени. Для применения современных технологий предприятие должно достичь необходимого уровня организационной и информационной зрелости, а также иметь достаточное финансирование, так как данный процесс является весьма дорогостоящим. Менеджмент компании должен осознавать риски, которые неизбежно возникнут при инициации проекта по внедрению подобной информационной системы, и должен быть готов к их принятию. В результате те новаторы, которые вовремя среагируют на возникающие тенденции и преодолеют все риски, смогут завоевать свою долю рынка, пока другие игроки будут сомневаться и раздумывать [405].

### **1.3. Цифровая трансформация логистических бизнес-моделей**

В классификации хозяйственной деятельности субъектов выделяют достаточно много видов услуг, например, аудиторские услуги, консалтинговые услуги, телекоммуникационные услуги и другие. Стоит отметить, что у многих учёных экономистов нет единства в данном вопросе. Причин такого положения дел много. Наиболее важные из них связаны с развитием научно-технологического прогресса, когда понятийный аппарат не успевает достаточно быстро отреагировать на новые виды хозяйственной деятельности, интеллектуально-креативные инновации, научные открытия. Кроме того, пытаясь наиболее полно раскрыть экономическую сущность услуги, учёные приносят в трактовку собственное видение проблемы, выделяют особенность, которая считается наиболее важной в данном контексте.

В последние годы появился термин «логистический сервис», под которым проф. В.И. Сергеев, проф. В.В. Дыбская понимают процесс предоставления логистических услуг в результате выполнения соответствующих операций или функций) внутренним и внешним потребителям. Отражает эффективность в отношении полезности времени и места нахождения каждого продукта [191].

Ряд отечественных экономистов проводит полную взаимозаменяемость терминов «логистический сервис» и «логистическая услуга» как полных синонимов, для которых также существует своя классификация. Основные черты приведены ниже [13, 96, 360]:

- сервис удовлетворения потребительского спроса – это комплекс услуг, направленных на удовлетворение спроса (время исполнения заказа, периодичность поставок, качество исполнения заказов и др.);
- производственный сервис – это услуги по обслуживанию производимой продукции на всех этапах жизненного цикла (от момента заказа до момента ввода в эксплуатацию, включая обучение пользователей);
- сервис послепродажного обслуживания – это услуги, предоставляемые после отгрузки товара, которые включают гарантийные и постгарантийные работы;
- сервис информационного обслуживания – это услуги по предоставлению потребителям информации о продукте и его обслуживании, включая рекламную деятельность;
- сервис финансово-кредитного обслуживания – это услуги по предоставлению товаров в кредит или рассрочку, возможности оплаты по факту получения товара, различные бонусы или скидки, а также услуги по классическому кредитованию.

В результате широкого применения сервисного подхода в логистике сформировалось отдельное направление, которое стало называться сервисной

логистикой, то есть раздел логистики, занимающийся организацией и предоставлением логистических услуг [186].

Логистический сервис реализуется при продаже материальных или цифровых товаров, а также других услуг. Услуги потребителю могут оказываться как самим продавцом, так и логистическим провайдером (поставщиком услуг). Часто возникает ситуация, когда гораздо выгоднее с финансовой и организационной точки зрения отдать выполнение сервисного обслуживания логистическому провайдеру, поставщику или посреднику, чем выполнять собственными силами. В качестве примера целесообразно рассмотреть ситуацию при ведении внешнеэкономической деятельности, когда крупнооптовая партия товара пересекает границу и фасуется на более мелкие комплекты или пакеты. Крупный опт выгоднее доставлять при осуществлении трансграничной торговли с целью снижения транспортных затрат, а местным покупателям гораздо выгоднее приобретать товар в уже расфасованном виде. В этом случае сервис по фасовке партии товаров соответственно превращается в услугу с добавленной стоимостью. Также можно создавать дополнительную стоимость за счет использования индивидуальных параметров (индивидуальный дизайн, фасовка крупных партий, упаковка и др.)

Применение логистического сервиса позволяет повысить конкурентоспособность предприятия, увеличить объемы продаж, обеспечить информационное сопровождение сделок, повышать лояльность потребителей и стимулировать их к совершению покупки, а также положительный опыт от предыдущих сделок очень часто приводит к повторным контрактам. Таким образом, предметом логистического сервиса является определённый комплекс соответствующих услуг, а объектами логистического сервиса выступают конкретные потребители материальных потоков [247].

Анализ показывает, что дополнительные логистические услуги требуются для большого количества бизнес-процессов в различных отраслях народного хозяйства. На начальной стадии необходимо оказывать клиенту информационную поддержку, затем предоставлять сопутствующие услуги по экспедированию,

складированию, оформлению документации или декларированию и многих других операций. Кроме того, в дальнейшем необходимы гарантийные и постгарантийные услуги, включая послепродажную поддержку. Все эти услуги способствуют повышению и последующему удержанию заданного уровня конкурентоспособности.

На начальных этапах развития логистическая поддержка представляла собой разрозненные операции по подготовке, сопровождению, складированию грузов и т.д. С ростом заинтересованности клиентов в подобных услугах, стали появляться логистические компании, которые специализировались на этом направлении и теперь непрерывно развиваются и трансформируются в соответствии с тенденциями рынка. Примерно с 80-х годов прошлого столетия логистические компании стали использовать комплексный подход, специфика которого заключается в оказании услуг на всех участках цепи поставок.

Оказание сопутствующих услуг на каждом участке логистической цепи должно осуществляться в непрерывном режиме с обязательной адаптацией к изменениям в бизнес-процессах и зависеть от конъюнктуры рынка, что позволит удерживать качество обслуживания на высоком уровне, что, в свою очередь, повысит степень удовлетворенности клиента и привлекательности компании в плане дальнейшего сотрудничества с ней и не только по фактору цены. Несмотря на безусловную важность логистической поддержки, необходимо помнить, что оказание услуг является достаточно затратным фактором и необходимо соблюдать баланс между затратами на сервис и приобретаемыми выгодами от его реализации [238].

Автоматизация логистических услуг с применением интеллектуальных технологий позволяет повысить эффективность бизнеса за счет сокращения издержек. Сокращение штата при внедрении информационной системы является одним из самых популярных и очевидных управленческих решений, которое, к тому же, достаточно легко поддается количественному расчету. С одной стороны, сокращение издержек для предприятия – это достаточно позитивный фактор, но, с

другой стороны, данный факт приводит к тому, что количество вакансий, которые подпадают под сокращение стремительно увеличивается [36].

В настоящее время уже существует целый ряд профессий, которые с успехом были замещены автоматическими системами, еще ряд профессий в ближайшее время тоже будет автоматизирован. Речь идет в основном о таких профессиях, которые отличаются монотонным характером выполняемых операций, не требующих высокой квалификации и интеллекта, а также не требующих чисто человеческих качеств, таких как интуиция, сострадание и т.д. и которые могут представляться как услуги. Так, например, некоторые профессии, которые находятся на грани исчезновения: бухгалтер, кассир, консультант, продавец и т.д. [1, 173]. Если буквально 10-15 лет назад для того, чтобы создать веб-ресурс требовались навыки программиста, дизайнера, верстальщика, то в настоящее время всего уже не требуется. За это время разработано большое количество конструкторов, заготовок и шаблонов, фреймворков (от англ. framework – рабочая среда), которые позволяют практически любому пользователю без навыков в веб-разработке запустить собственный проект. При этом качество такого шаблонного проекта может быть вполне приличным. Пользуясь этой возможностью, многие предприниматели запускают собственные Интернет-магазины, интегрируются с логистическими провайдерами и информационными базами поставщиков.

Изменение конъюнктуры рынка труда уже привело к появлению спроса на абсолютно новые профессии, которым в настоящее время никто и нигде не учит. В ближайшее время должно произойти осязаемое изменение в сфере образования, вызванное, опять же, развитием цифровой экономики и движением от воспитательных аспектов обучающихся к предоставлению образовательных услуг. Станет востребованным целый ряд новых профессий, связанных с информационной безопасностью, цифровыми профилями личностей, искусственным интеллектом, анализом больших данных и др. [2].

В настоящее время развитие цифровой экономики становится мощнейшим двигателем цифровой безработицы, о которой сообщил президент компании SuperJob А. Захаров на встрече «Круглый стол на тему «Цифровая безработица».

Поскольку портал SuperJob является одним из крупнейших рекрутинговых сайтов, то информация, которой он располагает, может считаться полноценным первоисточником для анализа рынка труда. Анализируя современные тенденции, научные достижения и технологические разработки компания SuperJob смогла провести качественный прогноз и выявить ряд профессий, которые исчезнут в ближайшее время. По заявлениям компании Яндекс к 2022 году на дороги России выйдут около 1-2 тысяч беспилотных автомобилей такси, в этой связи высвободится такое же количество водителей. По прогнозу компании Яндекс и SuperJob в ближайшие 10 лет 90% профессиональных водителей потеряют свою работу, так как будут заменены роботами. В числовом выражении это составит около 900 тыс. человек. Существенно сократится доля личных автомобилей по причине увеличения доступности проката автомобилей (каршеринг) и снижения стоимости аренды, что, в свою очередь, вызовет существенное изменение рынка страхования автогражданской ответственности. Бухгалтерское обслуживание фирм, даже начиная с текущего состояния, может быть полностью автоматизировано за три месяца, что также приведет к высвобождению 900 тыс. – 1 млн. бухгалтеров. Современные компьютерные переводчики совместно с синтезаторами речи могут переводить сразу на многие языки в обе стороны и воспроизводить переведенный текст голосом, что позволяет в некоторых случаях полностью отказаться от услуг людей-переводчиков. Подобная тенденция проникает практически во все отрасли, увеличивая риски увеличения безработицы, которую автор выступления назвал «Цифровой безработицей» [124].

Интенсивное развитие технологий неизбежно влечет за собой изменение логистического обеспечения. Искушенные покупатели совершенно не готовы ждать слишком долго выполнения заказа. Очень часто покупатель готов переплатить некоторую сумму, чтобы его заказ был выполнен как можно быстрее. Однако, повышение скорости обработки заказов невозможно без автоматизации основных процессов.

**Роботизация склада как услуга.** Стоит подчеркнуть, что в логистике автоматизация бизнес-процессов также осуществляется с целью сокращения



издержек за счет сокращения персонала. В настоящее время крупные магазины и поставщики внедряют технологию роботизированных складов. Одной из первых в России роботизированный склад запустила компания Мираторг в Московской области в 2008 году по технологии High Bay. Правда этот проект закончился крайне неудачно – низкотемпературный склад разрушился [314]. Из зарубежного опыта весьма интересен опыт компании Amazon, которая одной из первых начала внедрение роботизированных складов. Применение роботов позволило компании сократить рабочий цикл более чем в 4 раза (с 60-75 мин. до 15 мин.), операционные расходы на 20%, что на 2017 год составило 22 млн. долларов США для каждого складского комплекса, которых в минувшем на тот момент 2016 году было открыто 26. Роботизация позволила увеличить на 50% количество обрабатываемого товара и заменить около 20000 рабочих [95, 301].

В США и в Китае в настоящий момент запущен целый ряд полностью автономных складов. Поскольку на таких складах участие человека не предполагается, то роботы работают в темноте, экономя при этом электричество. В роботизированных складах используются роботы-сортировщики, роботы-паллетайзеры, роботы считыватели (для проведения инвентаризации на основе RFID-меток). Анализ данного тренда позволил сделать вывод, что с 2017 года появилась новая тенденция: не использовать отдельных роботов, а применять интегрированные решения, для оптимизации загруженности и людей, и роботов [314].

Среди российских компаний, занимающихся разработкой складских роботов, наиболее известны следующие: ООО Группа компаний ИНТЭК (г. Ногинск), ОАО "НПК "Техноприбор" (Россия, Чебоксары), InfoBot Systems (Россия, Москва), X-MOTION NG (Россия), Ronavi Robotics (Россия) и др. Среди зарубежных можно отметить следующие: 6 River Systems (6RS, США), Delft Robotics (Нидерланды), Fetch Robotics (США), Gideon Brothers (Хорватия), Boston Dynamics (Япония), Hikvision (Сингапур), Kiva Systems (приобретена Amazon Robotics), Mobile Industrial Robots A/S (Дания), MIT (США), InVia Robotics (США), RightHand Robotics (США), SB Robotics (Украина), Seegrid (США), Magazino (Германия) и др.

Экономический эффект от применения автоматизированных технологий оказывается весьма существенным, например, применение складских роботов позволяет сократить издержки до 70%. Компания General Motors была первой, которая установила робота типа роботизированная рука на заводе в Нью-Джерси в 1962 году на сборочной линии. Достаточно долго промышленные роботы применялись только на производстве из-за того, что были небезопасны для людей. Изначально роботов планировалось использовать в опасных и сложных для людей процессах, таких как сварка и подъем тяжелых грузов, однако несколько позднее роботы стали применяться и в складской деятельности [421].

Таким образом, роботизация складов предполагает автоматизацию тех процессов, где используется монотонная однотипная работа. Роботы позволяют выполнять операции гораздо быстрее и точнее человека, кроме того, роботы могут работать круглосуточно, без выходных, больничных и отпусков. Использование складских роботов, которые перемещаются по территории склада, механизированные руки, объемное хранение и другие технологии позволяют повысить эффективность склада и получить больше выручки с единицы складской площади. В результате можно получить весьма ощутимую выгоду за счет сокращения численности персонала. Хотя в настоящее время использование роботов в логистике находится на начальном этапе из-за дороговизны технологии и доступно лишь крупным поставщикам, тем не менее это реальная возможность повысить производительность и эффективность труда с гарантированной окупаемостью [125, 274, 300, 383].

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что предоставление логистических услуг необходимо осуществлять в непрерывном режиме для удовлетворения потребностей потребителей, что позволяет говорить о логистической поддержке потоковых процессов 24 часа в сутки. Предоставлением услуг может заниматься как сама фирма, так и посредник или логистический провайдер. В зависимости от типа логистической системы и структуры интегрированной логистической цепи, часть услуг может оказываться в автоматическом режиме. Особенно это актуально для сферы электронной

коммерции, ведь конкурентоспособность электронного магазина напрямую зависит от скорости доставки товара потребителю. В целом ряде случаев фактор скорости доставки оказывает даже большее влияние на выбор именно этого магазина, чем цена. В электронной коммерции автоматизации хорошо поддаются пред- и послепродажные консультации с помощью технологии разговорных ботов (программных роботов, которые способны вести диалог с посетителем на естественном языке). В настоящее время социальные сети и мессенджеры предлагают возможность создания ботов на своих платформах, что также способствует их популяризации. На начальных этапах развития технологии разговорных ботов ее применение воспринималось пользователями в диковинку, вызывало повышенный интерес и приводило к увеличению продаж. В настоящее время технология получила широкое распространение, многие сайты стали использовать роботов по экономическим соображениям, так как робот может работать днем и ночью, без праздников, выходных и больничных, а также не требовали заработной платы. Для современного искушенного пользователя такие боты, которые появляются во всплывающих окнах сайта, превратились из преимущества в раздражающий фактор.

Автоматизация предоставления логистических услуг в потоковом режиме обуславливается ростом рынка онлайн-продаж и необходимостью непрерывного повышения качества услуг. Основным условием качественной автоматизации является правильная интеграция информационных потоков в интегрированную цепь [36, 43, 104, 262].

Предоставление логистических услуг целесообразнее делегировать логистическому оператору, чем самостоятельно организовывать процессы данного вида. Затраты на обеспечение самостоятельного логистического обеспечения могут оказаться ощутимо выше, чем если воспользоваться услугами провайдера. Дело даже не столько в финансировании этого процесса, сколько в необходимости выделения новых специалистов с соответствующими компетенциями, информационно-технологическом обеспечении, запуске новых бизнес-процессов.

Логистические операторы могут предоставлять различные услуги и в зависимости от набора предоставляемых услуг они подразделяются на уровни PL (Party Logistic), которых в настоящее время выделяют 5. Провайдеры уровня 1PL обеспечивает логистические процессы собственными силами и его еще называют логистический инсорсинг. Провайдеры 2 PL – это частичный аутсорсинг логистических процессов.

Наибольший интерес для рассмотрения представляют провайдеры уровня 3PL и выше. Провайдеры уровня 3PL обеспечивают комплексный логистический аутсорсинг, но при этом не принимают участия в проектировании цепей поставок. Основные услуги – это транспортировка, складирование, экспедирование груза, фасовка товаров и др. При этом на предприятии существует собственный специалист по логистике, который занимается этими вопросами.

4PL провайдер занимается полным проектированием логистической цепи поставок своего клиента. Внутренние логистические процессы управляются поставщиком услуг. Если выразиться несколько проще, то 4PL это провайдер 3PL плюс планирование и управление цепями поставок.

Провайдер 5PL – это провайдер, который не только комплексно управляет логистическими процессами и интегрированными цепями поставок своих клиентов, но и предоставляет сетевые услуги на основе единого информационного пространства в условиях трансформации логистических процессов. Информационно-технологическая поддержка является основным компонентом данного типа провайдеров, и по этой причине они могут не иметь собственных материальных активов. Провайдеры уровня 5PL взаимодействуют с клиентами на стратегическом уровне, занимаясь совместным планированием логистических операций (рисунок 9).

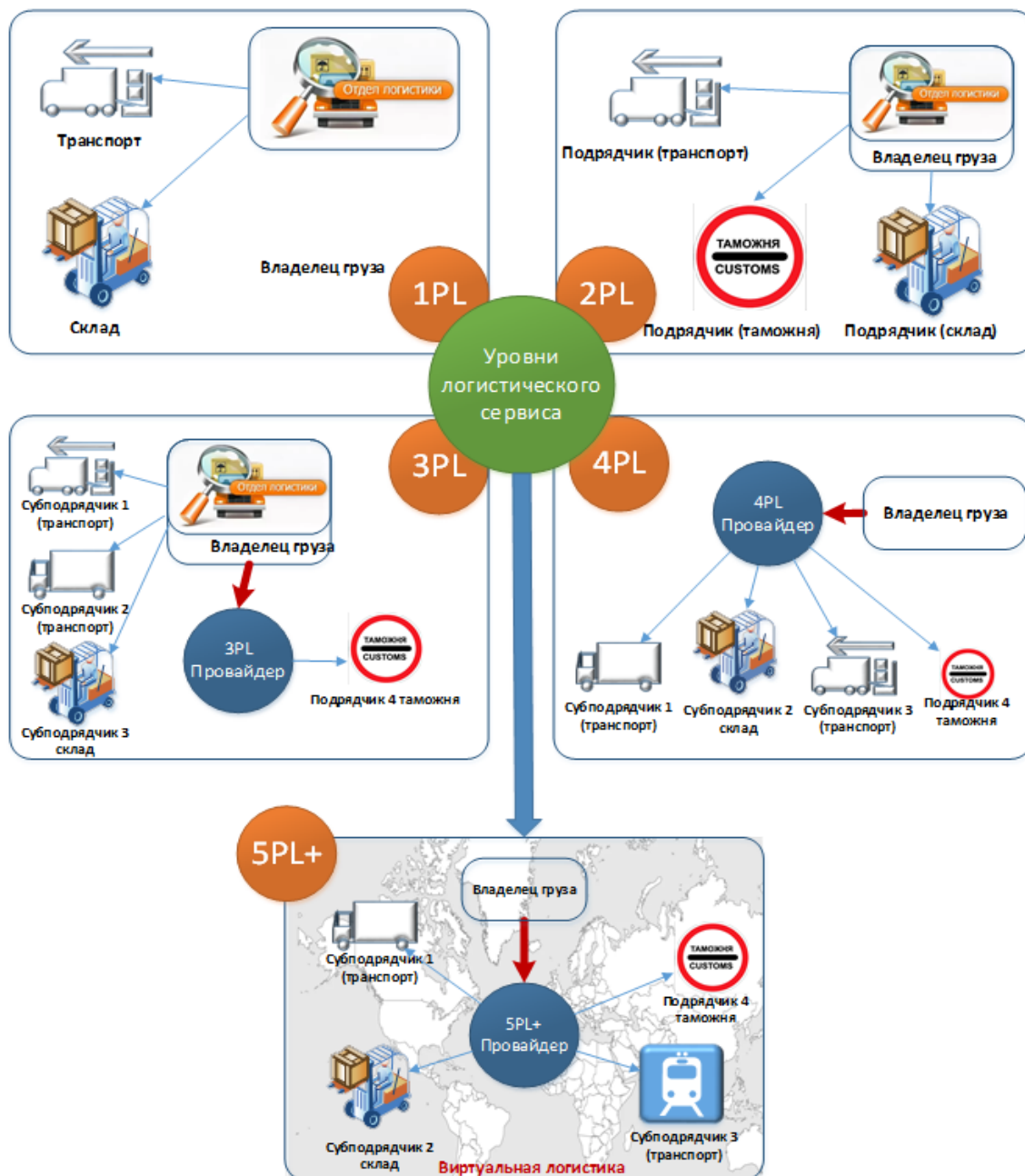


Рисунок 9 – Уровни логистического сервиса

По поводу уровня 5PL у специалистов-практиков преобладает пока мнение, что этот уровень является всего лишь усовершенствованным уровнем 4PL с автоматизацией и оптимизацией поиска логистических решений. Клиент всегда имеет выбор, прибегать к услугам провайдера или заниматься внутренней логистикой самостоятельно. Если клиент решает прибегнуть к услугам, аутсорсинга, то кроме безусловных выгод в плане разработки стратегии, управления, проектирования и поддержки логистических процессов провайдером,

клиент вынужден нести риски потери квалификации собственных сотрудников и потери собственных логистических процессов.

Максимальный эффект от использования аутсорсинга можно добиться только при наличии качественных и высокотехнологичных средств автоматизации логистических бизнес-процессов при объединении информационных систем. В результате объединения можно получить информационную прозрачность всех информационных, финансовых и при необходимости оставшихся логистических потоков, что полностью исключит возможность ведения «серых» схем и повысит доверие в ходе сотрудничества [68].

Логистическое обеспечение провайдеров уровня 5PL напрямую связано с виртуальной средой, которая используется для оказания полного спектра услуг. В этой связи провайдеры данного уровня полностью соответствуют стратегии цифровизации логистики в рамках национального проекта «Цифровая экономика», переходя на виртуальные взаимоотношения, виртуальные бизнес-процессы и глобальное объединение участников интегрированных логистических цепей. Для реализации новых маркетинговых и аналитических возможностей, выстраивания логистической инфраструктуры принципиально нового типа, которая разработана и будет описана в Главе 3, провайдеры используют новейшие достижения науки и техники, включая технологии «Умный дом», «Интернет вещей» (Internet of Things - IoT), самые современные алгоритмы искусственного интеллекта, машинного обучения, технологии больших данных и др. [47, 48, 177].

При проведении критического анализа уровней современного логистического сервиса и провайдеров, в научной литературе были выявлены попытки изменения существующей классификации путем добавления в нее нового уровня 6PL. В качестве главного отличительного признака предлагалось специализированное программное обеспечение, которое автоматически формирует схемы устойчивых взаимодействий участников интегрированных цепей поставок [11, 130, 239].

Однако, данного признака недостаточно для столь существенного изменения, которым является введение нового уровня, так как в нем не содержится принципиальных отличий. Провайдер 5PL уже содержит данный признак за счет

применения специализированных информационных систем, технологий и глобальных сетей, хотя он не формализован в явном виде. Ставшая уже для провайдеров 4PL и 5PL виртуализация взаимоотношений не может стать решающим фактором для введения нового классификационного уровня [239].

Можно с уверенностью констатировать факт, что попытки уточнения, ставшей уже классической, классификации логистических услуг, логистических провайдеров будут продолжены как в среде учёных, так и в профессиональном сообществе специалистов по логистике.

В настоящее время логистические провайдеры уровня 5PL не получили широкого распространения и их количество совсем невелико, но в рамках четвертого экономического уклада имеют большие перспективы развития. Наиболее известные на текущий момент провайдеры 5PL – это [aliexpress.com](http://aliexpress.com), [amazon.com](http://amazon.com), [jd.com](http://jd.com) и др.

Современные технологии кодирования товаров (штриховое кодирование, QR-кодирование, RFID-метки и др.), технологии геопозиционирования и мониторинга транспорта и грузов позволяют предоставлять логистические услуги принципиально нового уровня за счет оперативности предоставления данных, сокращения издержек. Дальнейшее направление развития провайдеров уровня 5PL – это внедрение и постепенный переход на интеллектуальные технологии в качестве базовых, что позволит автоматизировать более сложные функции и бизнес-процессы. Квалифицированные специалисты получают очень мощную поддержку в виде интеллектуальной самообучающейся информационной системы. Такие системы будут оперировать экспертными знаниями, смогут оказывать информационную поддержку при принятии управленческих решений, обучаться на основе опыта сотрудников и ретроспективных данных корпоративных информационных систем и в ряде случаев и принимать некоторые решения самостоятельно.

Для реализации данной методологии необходима усовершенствованная архитектура логистической информационной системы, главным звеном которой

станут современные алгоритмы и механизмы автоматического накопления и обработки данных.

В состав логистической информационной системы должны войти несколько новых типов модулей для централизации различных процедур:

- парсер – выполняет автоматический сбор новых данных из внутренних и внешних информационных ресурсов;
- агрегатор – сортирует, добавляет мета-данные и сохраняет в буферную зону для анализа;
- аналитический модуль – выполняет семантический анализ данных в буферной зоне, подготавливает данные для машинного обучения;
- модуль проектирования – проектирует интегрированную цепь поставок на основе имеющихся данных;
- логистический модуль – функционал традиционных логистических информационных систем.

Неизбежность изменения принципов предоставления логистических услуг вызвана бурным развитием ИТ-технологий и коммуникаций. Уровень 5PL, который также называют виртуальной логистикой, будет непрерывно развиваться по мере цифровизации общества, развития интеллектуальных алгоритмов. Количество провайдеров 5PL будет постоянно расти, а их информационные системы будут использовать интеллектуальные технологии в качестве базовых.

Вопрос о неизменности классификации логистического сервиса может снова стать актуальным на фоне развития новых принципов ведения логистических операций и в конечном итоге потребует пересмотра. Однако, классификационные признаки охватывают и без того достаточный спектр отличительных особенностей, поэтому добавление принципиально нового уровня логистического сервиса будет необоснованно. Максимум, что можно предложить научному сообществу – это добавить знак «+» к уровню 5PL или просто расширить существующую классификацию за счет добавления новых особенностей. В таком случае провайдер уровня 5PL+ будет отличаться следующими особенностями:



- автоматизация экспертных функций;
- единое пространство бизнес-процессов;
- применение интеллектуальных технологий в качестве базовых;
- применение моделей адаптивного управления логистическими потоками;
- функционирование на основе механизма копланарных потоков;
- автоматизированное проектирование цепей поставок [233].

Бурное развитие электронной коммерции оказывает сильное влияние на развитие логистики в современных условиях, которое требует соизмеримых инвестиций. Привлечение инвестиций позволит вывести отечественных логистических провайдеров на следующий уровень развития, добавить целый ряд новых возможностей для повышения их эффективности. Наиболее заинтересованной стороной в этом вопросе являются представители среднего и малого бизнеса, так как логистические издержки составляют достаточно большую долю в конечной стоимости товара. Крупный бизнес в особенности стремится сократить уровень логистических издержек из-за больших объемов производства.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что при наличии интереса к процессу виртуализации логистического взаимодействия в качестве источников финансирования могут выступать:

1. Представители среднего и крупного бизнеса. Инвестиции в собственные логистические проекты, так как от величины издержек напрямую зависит прибыль. Переход на виртуальные взаимоотношения позволит интегрировать в цепь поставок информационные системы поставщиков и потребителей и увеличить охват автоматизируемых бизнес-процессов.
2. Государство. Государственная поддержка инновационных проектов осуществляется на уровне национальных проектов и программ. Например, национальная программа «Цифровая экономика РФ», на который предусмотрено финансирование из средств бюджета в размере 1634,9 млрд. руб. [267].

3. Государство и бизнес структуры. Государственно-частное партнерство. Данный вид сотрудничества в логистике пока не получил широкого распространения, хотя с успехом применяется в сфере ЖКХ, строительстве и транспорте. Согласно ФЗ-224 предполагается достаточно большой выбор вариантов государственно-частного сотрудничества [229].

#### **1.4. Эволюция логистических информационных систем в условиях становления цифровой экономики России**

Адаптивно-интегрированная логистика предполагает объединение процессов провайдера услуг, клиента и поставщика в единое информационное пространство, при котором возможна как централизованная модель управления процессами, когда одна из информационных систем является главной, так и децентрализованная модель, при которой управление процессами осуществляется независимо друг от друга, а информационные системы участников логистических взаимоотношений регулярно обмениваются информацией между собой.

Алгоритмы, построенные на основе методов искусственного интеллекта, способны вывести провайдера услуг с уровня массового обслуживания на уровень персонализированного (но при этом автоматизированного) оказания услуг и автоматизированного принятия решений при интеграции информационных систем. Основная роль в автоматической персонализации отводится технологии извлечения знаний Data Mining, которая позволяет из необработанных данных извлекать различные зависимости, решать задачи классификации и кластеризации, автоматизировать обработку данных и подготавливать персонализированные рекомендации.

Наибольшей трудностью при формировании интегрированных логистических цепей является вопрос получения доступа в информационное пространство других информационных систем. Некоторые участники по различным собственным соображениям и предубеждениям не приветствуют открытие доступа к своей информационной системе для своих партнеров или

логистических провайдеров. Основные мотивы – это информационная безопасность, возможность доступа к конфиденциальной информации, раскрытие собственных бизнес-процессов.

Принцип интеграции логистических сетей достаточно подробно описан в книге Д. Бауэрсокса и Д.Клосса «Логистика – Интегрированная цепь поставок», а концептуальная схема такой цепи приведена ниже (см. Рисунок 10) [30].

Данная цепь представляет собой последовательность уникальных деловых отношений, объединяющих фирму с партнерами и поставщиками.

Результатом интеграции логистической цепи становится возможность управления логистикой в реальном времени для достижения максимального эффекта от интеграции процессов и совместной деятельности.

Цепь интегрированных деловых взаимоотношений является сквозной и объединяет бизнес-процессы поставщика, потребителя и непосредственно рассматриваемой организации [14, 30].

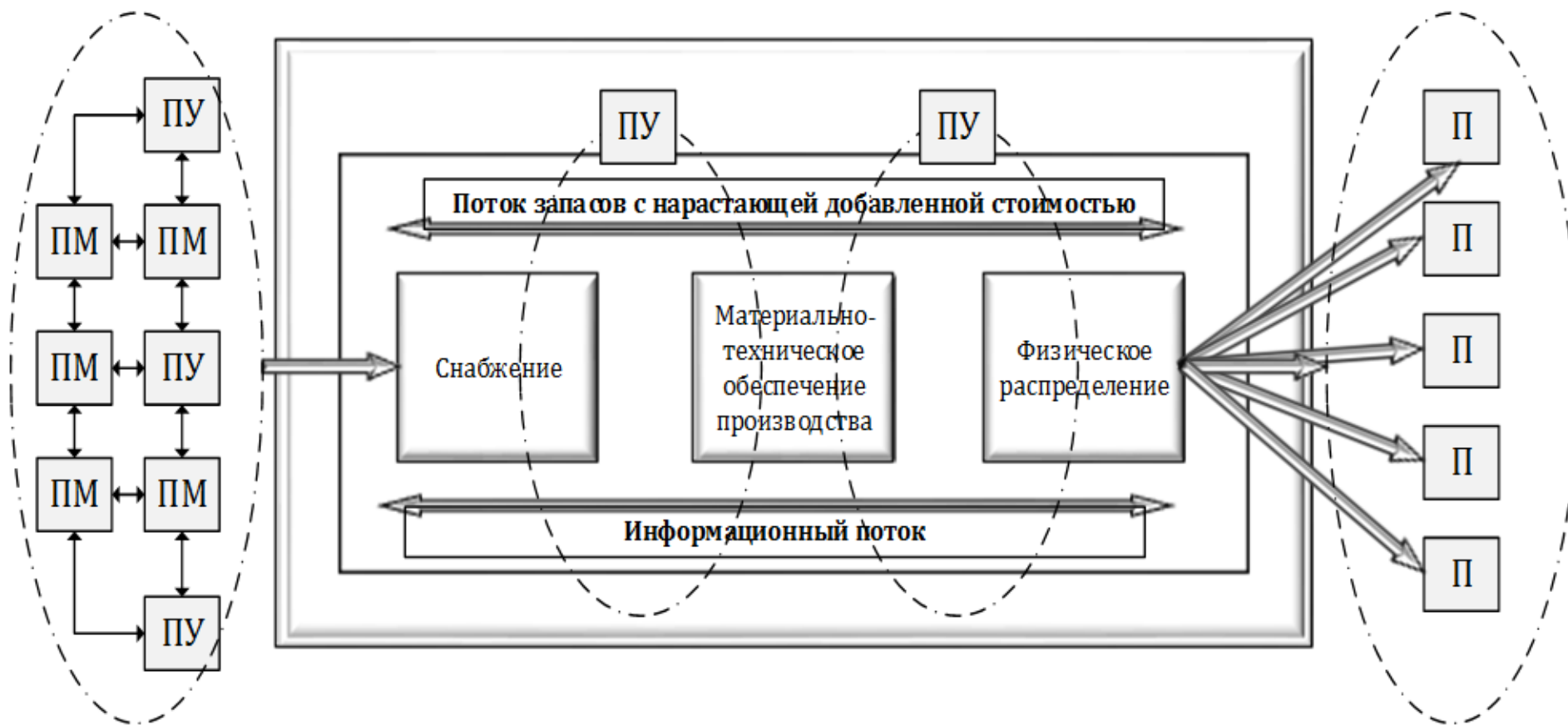


Рисунок 10 – Интегрированная цепь создания стоимости

В настоящее время на рынке логистических информационных систем представлено достаточно много решений, предназначенных для решения различных задач – от планирования маршрутов курьеров и управления складом до систем трансграничной торговли. Но у всех у них есть одна особенность – это фрагментарность. То есть каждая система предназначена для решения только одного вида задач. Системы класса TMS – управляют только транспортом и перевозками в цепях поставок (включая сквозные процессы), системы WMS управляют складскими процессами и т.д. Но между самими системами в цепях поставок на глобальном уровне интеграция, как правило, отсутствует, за исключением, пожалуй, только инициативных локальных проектов. Каждая система является изолированным информационным контуром, прием и передача информации из которого превращается в отдельный затратный проект по интеграции. Как только речь заходит о необходимости формирования отчетов или дополнительного анализа не из числа встроенных в систему, то мгновенно возникают трудности с их формированием и, как правило, с привлечением дополнительных специалистов.

Накопление информации в информационных системах по мере осуществления деятельности каждым участником цепи поставок только усугубляет ситуацию, так как с течением времени происходит существенное усложнение обработки накопленных данных, увеличиваются ошибки, связанные с качеством данных, такие как пропущенные данные, неполные данные, дублированные данные и т.д., начинает сказываться человеческий фактор, вызванный необходимостью работы с большими объемами перерабатываемой информации и монотонностью [191]. Таким образом, при обмене информацией между разными типами информационных систем возникают дополнительные барьеры, приводящие к возникновению издержек на передачу информации [45].

Для устранения межсистемных барьеров, повышения конкурентоспособности, оперативности исполнения сквозных бизнес-

процессов, предсказания и управления логистическими рисками требуется как можно более тщательнее данные барьеры устранять за счет применения интеграционных шин, интеграции на уровне данных, различных коннекторов на основе API или ETL(ELT). Применение указанных способов интеграции логистических информационных систем позволит расширить контур управления бизнес-процессами и непосредственно самого информационного пространства. А это невозможно выполнить без поступательного развития методологии интегрированной логистики с применением интеллектуальных технологий в условиях глобальной цифровизации экономики.

Методология адаптивно-интегрированной логистики базируется на гибкой системе сквозного управления интегрированными потоковыми процессами. Основу её составляет механизм интеллектуальных обратных связей и концепция SCM. Адаптивная обратная связь между участниками логистической цепи позволяет оптимизировать интегрированные бизнес-процессы и обеспечить своевременное реагирование на изменения параметров логистических потоков. Если теоретическую часть методологии можно рассматривать, учитывая построенные модели в заданных описании соответствующих условиях, то практическую – как набор приёмов и способов того, как достичь требуемой практической цели. Без учёта инноваций и достижений в сфере цифровой трансформации, искусственного интеллекта, программного обеспечения достичь положительного результата в освоении современной эвристической технологии представляется мало возможным. Основные тенденции, которые целесообразно учитывать приведены ниже.

Электронный документооборот (включая налоговую и бухгалтерскую отчетность).

Системы управления электронным документооборотом в цепях поставок позволяют автоматизировать движение электронных документов от момента их создания, до архивации или уничтожения, обеспечить сохранность документов по всем поддерживаемым бизнес-процессам,

обеспечить находимость документов и управление правами доступа, обеспечить юридическую защиту и т.д. Внутренний электронный документооборот позволяет организовать управление только собственным потоком документов, но расширив эту систему на всю цепь поставок можно автоматизировать движение документов между всеми ее участниками, в том числе территориально распределенными. Таким образом, можно выделить две подсистемы: внутренний и внешний документооборот. Кроме того, системы ЭДО успешно используются для сдачи отчетности в различные фонды (ФНС, ФФМС и т.д.) и не требуют их физического посещения.

Основной функционал систем электронного документооборота позволяет автоматизировать следующие процессы:

- Создание, регистрация и контроль входящих, исходящих и внутренних документов (в том числе отгрузочных, бухгалтерских и т.д.);
- Работа в потоковом режиме: перевод бумажных носителей в электронный вид с распознаванием документов;
- Управление правами доступа;
- Формирование отчетов;
- Автоматизация классификации (категоризации) документов;
- Поиск по содержимому или по мета-данным документов;
- Журналирование событий [346].

При работе с системами ЭДО следует учитывать один очень важный факт, все электронные документы, обращающиеся в информационной системе, имеют полную юридическую силу наравне с бумажными документами, что обеспечивается цифровыми подписями, которыми подписываются данные документы и которые являются аналогами физической подписи.

Беспилотный транспорт.

Применение беспилотного транспорта в логистике, безусловно, имеет большие перспективы, о чем свидетельствует статистика объемов продаж беспилотных летательных аппаратов и беспилотных автомобилей. По

прогнозам экспертов «к 2028 году объем рынка роботизированных автомобилей составит минимум 42 млрд долларов, а доля робокаров в мировых продажах достигнет 13%.» [283]. В этом же прогнозе сообщается, что после 2023 года беспилотные автомобили будут активно использоваться в условиях мегаполисов, а существующие на настоящий момент юридические коллизии будут устранены. К числу позитивных факторов эксперты относят улучшение дорожной обстановки, а к числу негативных – цифровая безработица. Параллельно с ростом продаж беспилотного транспорта эксперты прогнозируют развитие рынка данных, суммарные объемы которого могут превысить сам рынок беспилотного транспорта [там же].

Рынок беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) также показывает уверенный рост. Согласно показателю совокупного годового темпа роста объемов рынка БПЛА в период с 2020 по 2025 годы ожидается удвоение объемов продаж [318].

Хотя сам рынок беспилотного транспорта в настоящее время находится только лишь в стадии формирования, меж тем уже есть положительные результаты от его применения. Логистические компании одними из первых обратили на него внимание и наработали некоторый опыт по применению беспилотного транспорта для доставки заказов. Одними из первых об успешных испытаниях беспилотной доставки отчитались компании Google и Amazon (проекты Google Wings и Amazon Prime Air), причем Amazon разработала концепцию разделения воздушного пространства между беспилотными и пилотируемыми летательными аппаратами, а также применение аэростатов в качестве логистических центров и перевалочной базы для беспилотных дронов [404, 405].

Другим направлением развития беспилотного транспорта является наземный транспорт. Среди легковых автомобилей уже реализованы крупные проекты по эксплуатации беспилотных автомобилей (Тесла, Тойота, Яндекс и др.) на дорогах общего пользования. В грузовом транспорте также



имеются законченные разработки по запуску беспилотных грузовиков для коммерческих перевозок, но главным препятствием для их запуска является вопрос правовых отношений, хотя и в этом направлении ведутся работы, например, автономная некоммерческая организация по содействию развитию робототехники и инновационных технологий "ПравоРоботов" занимается глубокой проработкой проекта нормативно-правового акта о регулировании беспилотного транспорта, который позволил бы устранить существующие разрывы в правовых отношениях и не отстать в гонке технологий с Западом [36].

Ввиду целого ряда трудностей (дороговизна технологий, отсутствие законодательного регулирования, погода и др.) эксперты не прогнозируют в ближайшие годы активного внедрения беспилотного транспорта, что вовсе не означает, что данная технология не будет развиваться.

Как только указанные трудности будут разрешены, останется вопрос по реализации технологии на основе автоматизации обработки заказов, формирования маршрутов и необходимых документов, расчета стоимости для клиента, которому останется только указать параметры заказа в интерактивном калькуляторе и ждать прибытия беспилотного грузовика.

Умные дороги (smart road).

Умные дороги – это один из важнейших компонентов интеллектуальных транспортных систем, предназначенных для управления дорожным движением, оборудованием дорожной инфраструктуры, системами оповещения, видеонаблюдения, видеофиксации и т.д. Интеллектуальное управление дорожной инфраструктурой активными темпами реализуется в таких городах, как Москва и Санкт-Петербург, и уверенными темпами внедряется в регионах. На основе показаний различных детекторов и датчиков осуществляется интеллектуальное управление светофорами в зависимости от дорожной ситуации, информирование водителей об изменении дорожной обстановки в режиме реального времени,

информирование о погодной ситуации, автоматическая фото- и видеофиксация нарушений правил дорожного движения и т.д. [99, 320, 357]

Экосистема «умных дорог» включает в себя множество различных датчиков, детекторов, локаторов, интеллектуальных информационных систем, адаптивных систем управления инфраструктурными объектами (освещение, светофоры, информационные табло и др.), технологий обработки больших данных. На федеральных трассах элементы «умных дорог» обеспечивают сбор данных об автомобилях и водителях (сведения о техосмотрах, штрафах, страховках и т.д. с помощью системы «Автодата»), сбор платы за проезд грузовых транспортных средств (система «Платон») и т.д. [2, 73]

Многие зарубежные страны активно развивают технологии «умных дорог» с целью повышения безопасности дорожного движения. По прогнозам экспертов, планируется рост систем динамического управления трафиком. Например, в Голландии развиваются «умные автострады», которые используют автономные системы управления оповещением и освещением, в Париже активно развивается концепция «15-минутный город», предложенная мэром Анн Идальго, суть которой заключается в сокращении времени в пути до работы или социально значимых объектов до обозначенных 15 минут. Для этого активно внедряется технология виртуального города (цифрового двойника) [395].

Интеграция логистических систем с информационными системами «умных дорог» позволит учитывать наиболее важные параметры при планировании цепей поставок и повысить их качество.

Коммуникация между автомобилями (Vehicle-to-Vehicle) и автомобилей с инфраструктурой (Vehicle-to-Infrastructure).

Система коммуникаций «Vehicle-to-Vehicle», также называемая «Car-To-Car» базируется на технологии WLAN и основана на беспроводном обмене сообщениями между автомобилями, которые позволяют заблаговременно оповещать водителя о ситуациях на дорогах с другими

автомобилями. Данная система предполагается в качестве базовой для автоматизации управления беспилотным транспортом. При движении по городу система способна обмениваться сообщениями с инфраструктурными компонентами «умного города» и оказывать существенную помощь в прокладывании маршрутов, информировании о дорожной обстановке, осуществлять оплату проезда по платным участкам дорог и т.д. В любом случае, наличие связи «автомобиль-автомобиль» или «автомобиль-инфраструктура» позволит реализовать механизм обратной связи для приема-передачи управляющей информации в цепях поставок, что повысит уровень интеграции данных систем [330].

Непрерывное получение параметрических данных в режиме онлайн приводит к увеличению нагрузки на ИТ-инфраструктуру и далеко не всегда оправдано с экономической точки зрения. Например, для транспортной логистической компании процесс непрерывного получения данных о состоянии автомобиля, груза, его геолокации, безусловно, полезен для повышения оперативности принятия решения и повышения эффективности операционной деятельности, но влечет за собой очень серьезные затраты. Компромиссным решением в данном случае является получение параметрических данных не в непрерывном режиме, а с некоторой периодичностью, например, раз в 10-20-30-60 минут. Временной интервал можно выбрать в зависимости от конкретных условий перевозки. Применение данного подхода позволит сократить вычислительные ресурсы и при этом обеспечить необходимый уровень оперативности управления цепями поставок на основе данных.

Облачные и цифровые платформы с гарантированной целостностью данных транзакций на основе блокчейн.

В настоящее время наблюдается устойчивый рост популярности платформенных и облачных решений, которые позволяют существенно расширить контур информационного пространства логистических компаний за счет переноса ключевых бизнес-процессов на информационную

платформу, а также сократить инвестиции в развитие собственной ИТ-инфраструктуры.

Многие специалисты отмечают необходимость в более глубокой потребности в следующем этапе интеграции цифровых платформ и внутренних информационных систем для формирования собственной логистической экосистемы, состоящей из взаимосвязанных информационных сервисов с единой архитектурой данных. Применение такой экосистемы позволит вывести логистику на новый уровень, превратив ее по-настоящему в цифровую.

Применение технологии блокчейн в цепях поставок позволит организовать надежное управление информационными потоками с гарантированным подтверждением достоверности и целостности данных. Основываясь на технологиях распределенных баз данных без централизованного управления, что абсолютно исключает возможность подмены или подделки данных, можно гарантировать чистоту заключения различных сделок. Любой участник может проверить достоверность любой транзакции и проследить ее историю от момента создания до текущего состояния и, тем самым, полностью исключить определенные виды логистических рисков.

В настоящее время технология блокчейн применяется в банковской сфере, криптовалютах, кибербезопасности и др. [349]

Применение данной технологии в логистике позволит гарантировать подлинность данных и информационного обмена в логистических бизнес-процессах.

Применение аналитических инструментов для осуществления предиктивной аналитики на основе Big Data.

С течением времени объемы информации накапливаются и многие фирмы не знают, что с ней делать дальше. Кто-то из них слышал о больших данных, кто-то активно их уже использует и извлекает из них ценность для своих процессов, но, в любом случае, это практически всегда изолированный

бизнес-процесс, не встроенный в управление цепями поставок. В таком случае процессы анализа приходится выносить в отдельные подпроцессы и в отдельные информационные системы или аналитические платформы. Полученные результаты анализа приходится встраивать в действующие бизнес-процессы теперь уже только в ручном режиме, что заведомо обречено на определенные трудности. Оптимальным вариантом применения аналитических инструментов является их встраивание в информационные системы и использование результатов анализа в информационной поддержке логистических бизнес-процессов.

Следующим этапом цифровизации будет являться создание единого контура управления логистическими бизнес-процессами с применением комплекса сквозных цифровых технологий: Big Data, искусственный интеллект и нейронные сети.

Применение алгоритмов анализа данных позволит повысить эффективность управления цепями поставок за счет их встраивания в информационный контур предприятия. Машинное обучение на основе ретроспективных данных позволит реализовать предиктивную аналитику для логистических процессов, например, предсказание загруженности транспорта, склада при погрузочно-разгрузочных работах, заблаговременное выявление логистических рисков и т.д.

Применение цифровых витрин.

В настоящее время специалисты отмечают возникший дисбаланс между потребностью в цифровизации логистической деятельности и ее реальным уровнем. Многие логистические компании давно обзавелись цифровыми витринами и автоматизировали основные виды деятельности, но при этом все равно автоматизация ключевых бизнес-процессов осуществляется традиционными информационными системами [200].

Применение цифровых витрин в логистике позволит опубликовать перечень предоставляемых логистическими провайдерами услуг в режиме «front-office», что позволит дополнительно автоматизировать процессы

первичного сбора информации от клиентов (контрагентов) и в дальнейшем использовать ее во внутренних информационных системах.

#### Применение IoT (Internet of Things).

IoT или Интернет вещей – это совокупность различных устройств, механизмов, датчиков, машин и др. с возможностью обмена и совместного использования данных на базе как локальных, так и глобальных сетей. Применение Интернета вещей позволит дополнительно перевести в автоматизированные режимы процессы контроля, безопасности, управления, мониторинга и других. Различные устройства могут передавать данные о своем состоянии, о состоянии контейнера или грузового автомобиля, и являются при этом базовой подсистемой логистической экосистемы.

Тотальное проникновение различных «умных» устройств привело к тому, что текущей пропускной способности глобальных сетей стало недостаточно, с учетом требований для передачи огромных объемов данных «умными» устройствами. Такие устройства в настоящее время генерируют уже гораздо больше сетевого трафика, чем все население планеты, чтобы обеспечить надежную работу таких устройств, необходимы сети нового поколения, к которым относятся сети 5G.

Применение высокоскоростной технологии 5G позволит объединять «умные» носимые устройства пользователей, технологию умного дома и устройства Интернета вещей (Internet of Things – IoT) в единое информационное пространство. Агентство Million Insights предполагает, что глобальный рынок Интернета вещей к 2025 году достигнет уровня 4-11 трлн. долларов США.

Объединение рассмотренных технологий позволяет получать совершенно новые информационные продукты и решения, например, существующие логистические информационные системы и платформы используют новейшие алгоритмы для автоматизации экспертных функций, таких как планирование маршрутов с учетом веса, скорости доставки, занятости сотрудников и загруженности инфраструктуры (см. Рисунок 511),

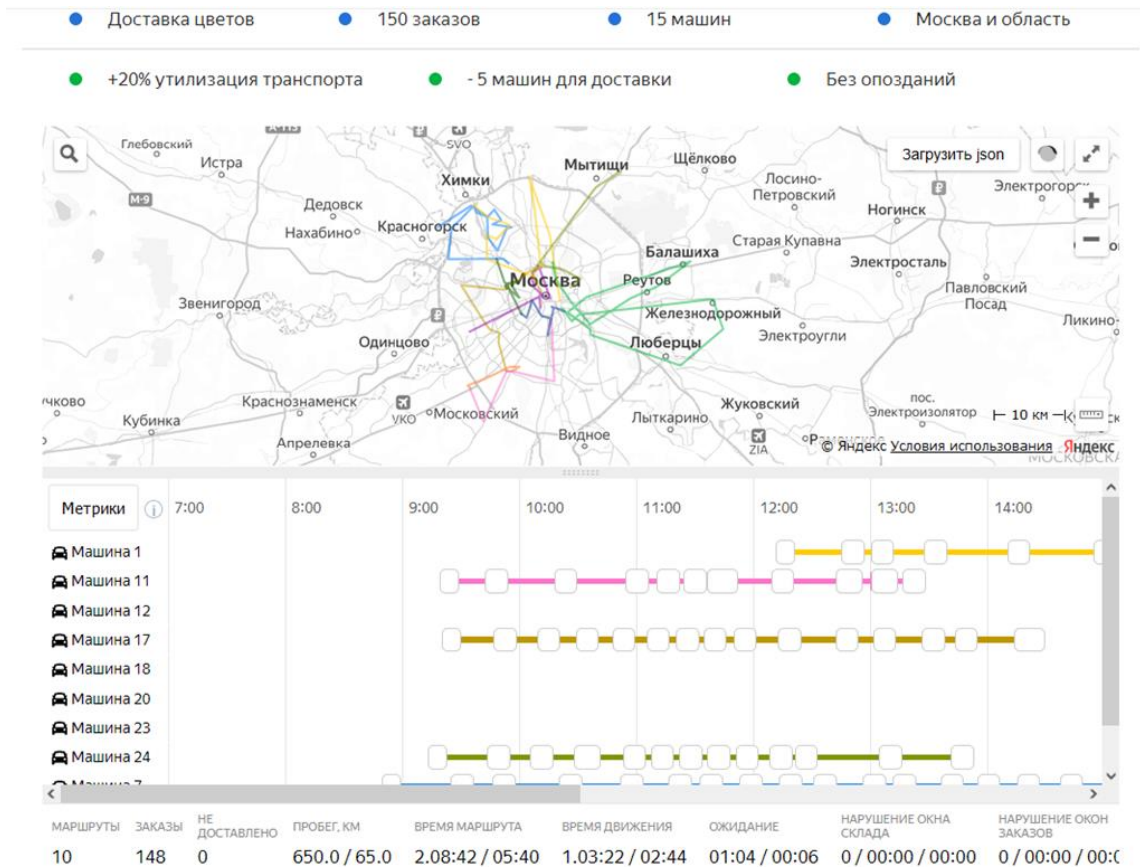


Рисунок 51. Пример маршрута, построенного автоматической системой Яндекс Маршрутизация

Таким образом, масштабное применение интеллектуальных информационных систем неизбежно ведет к изменению методологии логистики. В технологические и логистические процессы активно внедряются инновационные решения. В настоящее время в логистике активно применяется технология штрихового, магнитного и 3D-кодирования товаров, автоматическое внесение информации в информационную систему, отслеживание статусов заказов, геолокация транспорта, контейнеров и т.д. Система статусов позволит своевременно отслеживать изменения в движении материальных потоков, вырабатывать план реагирования на непредвиденные ситуации и выполнять автоматическое прогнозирование на основе нечётких моделей и алгоритмов искусственного интеллекта.

Формирование и развитие методологии адаптивно-интегрированной логистики для автоматизированного взаимодействия участников цепей

поставок неизбежно будет происходить на основе внедрения новых функций и алгоритмов в корпоративные информационные системы. При этом основные принципы логистики останутся теми же, что и были, а эффективность логистических процессов будет неуклонно повышаться.



### **Выводы по первой главе**

В условиях глобальной цифровизации экономики на первый план выходит решение задач повышения эффективности логистического взаимодействия бизнес структур. Логистика неизбежно будет трансформироваться под влиянием внешних факторов, а это в свою очередь потребует применения научного подхода и разработки усовершенствованной концепции интегрированной логистики с применением адаптивных технологий.

Для обеспечения конкурентного преимущества отечественных логистических провайдеров необходимо максимально полно автоматизировать логистические процессы. Однако современные информационные системы до настоящего времени не обеспечивают поддержку оперативного и своевременного автоматизированного реагирования на различные изменения конъюнктуры рынка, а также не реализуют глобальную интеграцию всех уровней управленческой структуры, на основе которых могла быть реализована поддержка принятия решения в режиме реального времени.

Методология интегрированной логистики предполагает объединение процессов провайдера услуг, клиента и поставщика в единое информационное пространство, при котором возможна как централизованная модель управления процессами, когда одна из информационных систем является главной, так и децентрализованная модель, при которой управление процессами осуществляется независимо друг от друга, а информационные системы участников логистических взаимоотношений регулярно обмениваются информацией между собой.

## **Глава 2. Особенности развития потоковой теории логистики на основе технологий искусственного интеллекта**

### **2.1. Классификация информационных потоков в условиях цифровой трансформации логистики**

Вызовы времени требуют от предпринимателей, государственных структур активно применять новейшие технологии для управления бизнес-процессами с целью обеспечения конкурентного преимущества как на уровне страны, так и на уровне организации. Одним из ключевых факторов является качественное управление логистическими процессами. В условиях информационной загруженности и скоротечности производственных, торговых операций возникает целый ряд задач, связанных с максимально полной автоматизацией логистических процессов.

Методология развития интегрированной логистики предполагает объединение в единое информационное пространство функционала поставщика услуг, клиента и производителя, при котором возможно два сценария развития ситуации. Первый, централизованная модель управления процессами, когда одна из информационных систем является главной. Второй, децентрализованная модель, при которой управление процессами осуществляется независимо друг от друга, а информационные системы участников логистических взаимоотношений регулярно обмениваются информацией между собой.

Результирующий эффект может привести к достаточно сложному и громоздкому контуру управления. Кроме того, сами процессы управления получают избыточную чувствительность к внешним изменениям рыночной среды, что приведёт к образованию логистических барьеров, начиная от первого уровня и заканчивая каскадными барьерами различного рода.

Анализ показывает, что современные информационные системы до настоящего времени все еще не обеспечивают поддержку оперативного и своевременного автоматизированного реагирования на различные изменения

конъюнктуры рынка, а также не реализуют глобальную интеграцию всех уровней управленческой структуры, на основе которых могла быть реализована поддержка принятия решения в режиме реального времени.

Вытягивающая концепция логистики основана на определении потребности клиента в логистических услугах и максимально быстрому их удовлетворению в соответствии со своими возможностями. Однако в ручном режиме операции мониторинга рынка выполняются весьма непроизводительно, крайне медленно и следствием этого может стать пропуск нарастающей активности конкурента. В современных условиях существуют специализированные информационные системы за ситуационным наблюдением поведения субъектов на рынке, которые позволяют самостоятельно сканировать информационные ресурсы конкурентов, обрабатывать полученные данные в автоматическом режиме. Помимо решения задач анализа и структурирования информации, рассматриваемые системы должны быть наделены функцией - способностью к самообучению, тогда специализированные информационные системы смогут работать с нечёткими входными данными. Это, в свою очередь, позволит как минимум получить информационную поддержку при принятии управленческих решений, а как максимум – полностью автоматизировать сам процесс принятия решений.

Стоит подчеркнуть, что подобный функционал отсутствует в современных информационных системах, но является крайне востребованным, так как одной из основных проблем на современном информационно-технологическом поле является информационная перегрузка пользователей. Большое количество данных поступает из различных каналов в режиме реального времени 24 часа в сутки, поэтому пользователю приходится постоянно фильтровать ее получение, ввиду чего быстро наступает утомляемость и человек с большей вероятностью способен совершить ошибку.

Все вышеизложенные факты свидетельствуют о необходимости разработать новый инструментарий оценки информационных потоков с учётом усложнения процессов рыночного взаимодействия потребителей и продуцентов услуг в плоскости логистики.

Существующая классификация логистических потоков охватывает достаточно широкий спектр признаков. Однако появление виртуального пространства, развитие интернет торговли, формирование новой ИК инфраструктуры значительно меняют условия ведения хозяйственной деятельности, поэтому есть насущная необходимость уточнить действующую классификацию информационных потоков с учётом их экономической сущности.

Согласно многообразию фундаментальных подходов и практико-ориентированных исследований по изучаемой проблематике, информационные потоки являются одним из типов потоков, которые рассматриваются в логистике:

- Материальные;
- Информационные;
- Финансовые.

Согласно логике исследования, более подробно представлен анализ основных классификационных признаков только одного из типов логистических потоков, а именно информационного потока как базового инфраструктурного элемента электронной торговли в интернет пространстве (см. таблица 1).

Таблица 1 – Классификационные признаки информационных потоков

<b>Признак</b>	<b>Классификация</b>	<b>Характеристика</b>
Направленность	Попутный Противоположный	В одном направлении Отличаются на 180 градусов
Плотность	Малоинтенсивные среднеинтенсивные высокоинтенсивные	

Продолжение таблицы 1.

<b>Признак</b>	<b>Классификация</b>	<b>Характеристика</b>
Подчинённость	Основной Вспомогательный	Основа для бизнес-процесса организации. Логистическая поддержка бизнес-процесса
Синхронизация	Опережающий; Запаздывающий; Одновременный	$t_1 > t_2$ $t_1 < t_2$ $t_1 = t_2$
Технологии	Традиционные	MRP DRP
	Адаптивные	Применение сервис-ориентированной архитектуры (SOA). Системы планирования потребности в материалах и распределении товара на платформе искусственного интеллекта
Функционирование в условиях системного кризиса	Невозможно	Традиционные
	Возможно с высокой степенью вероятности	Адаптивные
Обратная связь	без обратной связи	-
	с обратной связью	положительная отрицательная
По комплексности	Обособленные	-
	В комплексе	С дополнительными услугами сервисным обслуживанием
По рентабельности	высокорентабельные	>50%
	среднерентабельные	25% - 50%
	малорентабельные	< 25%
По скорости	Низкоскоростные	$V_t < 100 \text{ Мб/с}$
	среднескоростные	$V_t = 100 - 500 \text{ Мб/с}$
	высокоскоростные	$V_t > 500 \text{ Мб/с}$

Следовательно, для решения задач с учётом новых специфических требований целесообразно выделить особые признаки, так сказать

гносеологичные, которые будут формировать реальную картину об истинном положении дел. Речь идёт об отсутствующих в классификациях признаках, а именно:

- адаптивность информационного потока;
- чёткость формализации информационного сообщения.

В экономико-математическом энциклопедическом словаре под редакцией В.И. Данилов-Данильян понятие «адаптация» раскрывается как «способность системы обнаруживать целенаправленное приспособляющееся поведение в сложных средах, а также сам процесс этого приспособления». Иными словами, адаптация характеризует гибкость объекта, системы, то есть возможность самоизменения и саморазвития с целью поддержания устойчивости и определенного уровня динамического равновесия во взаимодействии с внешней средой [268, 374].

Свойство «адаптивность» для информационного потока было добавлено в классификацию из-за необходимости более детально описать процесс самонастройки компонентов системы, чтобы информационный поток мог перемещаться между модулями системы без участия человека при изменении внешних условий информационной среды. Таким образом, предложенное понятие имеет сложную двойственную структуру. Можно выделить с одной стороны функциональную составляющую, с другой процессную, которые наиболее полно характеризуют сущность адаптации.

Стоит подчеркнуть, что самостоятельно информационный поток ни перемещаться, ни адаптироваться не может, адаптивность – это псевдосвойство потока, которое может быть реализовано посредством специализированных алгоритмов для корректировки соответствующих параметров при перемещении потока.

Функциональная составляющая раскрывает прежде всего качественные особенности рассматриваемых потоков. Это целостная совокупность характеристик, которые позволяют поддерживать следующие параметрические показатели потока:

- автономность;
- стабильность;
- устойчивость к внешним воздействиям;
- способность реагировать на изменения;
- наличие потенциала к постоянному обновлению, видоизменению.

Процессная составляющая раскрывает прежде всего способность информационного потока трансформироваться в зависимости от поставленных задач и воздействия внешней среды:

- синхронизация параметров;
- гармонизация взаимодействия с источниками информации;
- модификация внутренних характеристик с целью повышения эффективности [268].

В понимании автора, для практической реализации данной функции предлагается информационные сообщения снабжать специальным блоком метаданных, в котором будут передаваться параметры информационного сообщения.

Расширение блока метаданных дополнительными атрибутами позволит на их основе осуществлять регулирование информационными потоками. При этом информационные модули смогут самостоятельно маршрутизировать, классифицировать информационные сообщения, а также использовать их для поддержки принятия решений либо для автоматического управления процессами.

При поступлении информационного сообщения в информационную систему первоначальные метаданные могут отсутствовать, тогда запускаются специальные интеллектуальные алгоритмы для снабжения блоков недостающими данными [43].

Введённый классификационный признак будет характеризовать способность информационного потока самостоятельно перестраиваться в соответствии с окружающими воздействиями. Стоит отметить, что сам по

себе информационный поток не может принимать решение. В данном контексте следует понимать технологическую поддержку со стороны интеллектуальной информационной системы. Только в комплексе они смогут выдать желаемый результат. Информационный поток будет иметь встроенный набор метаданных, в которых будут содержаться количественные показатели необходимых параметров, предназначенных для обработки их алгоритмом. В совокупности будет вырабатываться набор качественных показателей для непосредственной адаптации данного потока [43].

Второе свойство, которое указывалось выше – чёткость формализации потока. В рамках проблематики настоящего исследования в части, касающейся уточнения классификации информационных потоков, основная задача состоит в том, чтобы сформулировать и обосновать принципы, по которым информационные потоки могут делиться на:

- чётко формализованные;
- нечётко формализованные.

Формализация (от латинского «forma» - образ, вид) играет важную роль в анализе, конкретизации и экспликации научных понятий, неразрывно связана с построением искусственных систем [348]. Это позволяет с одной стороны, исключить возможность неоднозначного понимания рассматриваемого процесса, а с другой даёт возможность строить информационные конструкции с точно установленной структурой и заданными правилами преобразований [227].

Однако следует учитывать, что в принципе любая формализация по определению игнорирует некоторую часть доступной информации и приводит к уменьшению общего содержательного представления об исследуемом объекте [298]. По аналогии с материальным потоком можно привести пример, когда доставка необходимого товара должна включать соответствующее качество, количество. Если продукт доставлен другого вида, в большем или меньшем объёме, то это приводит несомненно к



неудовлетворительной оценке функционирования логистической системы в целом.

В рамках теоретических аспектов методологии развития интегрированной логистики стоит непосредственная задача показать значение характеристики «формализации», позитивно влиять на оценку потоковых процессов в информационно-коммуникационной среде. Чёткая формализация информационных сообщений в потоке предполагает только однозначное трактованные сообщения, не допускающее двоякости толкования. Дело в том, что в рамках проведённого исследования анализ показал, для автоматизации такие сообщения более предпочтительны, однако в реальных условиях встречаются гораздо реже. Примеры нечётких сообщений весьма разнообразны: надёжный поставщик, быстрая доставка, высокий риск убытка и т.д.

Для описания нечётких значений в теории нечётких множеств используется специальная функция принадлежности, позволяющая установить степень принадлежности, а также лингвистические переменные для их описания и классификации.

Проведение логистических операций в виртуальной среде накладывает свою специфику при движении информационных потоков. Информация должна быть подготовлена соответствующим образом (в данном случае речь идет о добавлении соответствующих метаданных). Кроме того, необходимо учитывать коммуникационные каналы для прохождения информационных потоков, которые являются достаточно разнообразными в современных условиях. От информационных систем могут поступать информационные сообщения:

- по кабельным сетям, которые могут быть различными по типу и назначению;
- от различных датчиков и сканеров;
- поступать данные по беспроводным каналом связи (4G, 5G, Wi-Max и другие).

Кроме того, в виртуальной среде появляется такое понятие, как виртуальный товар [423]. В системе теоретических изысканий ученые экономисты считают, что в роли виртуального продукта могут выступать нематериальные объекты, а именно цифровой товар, контент, цифровая услуга. При этом перемещение виртуального товара сродни перемещению материального потока, но в виртуальной среде. При некоторых допущениях можно также заявить, что в виртуальной среде возможно перемещение материального товара. Например, спроектировав или оцифровав некоторую модель при помощи 3D-сканирования, можно передать файл с цифровой моделью на любое расстояние. Получатель, используя данную модель, может полностью воспроизвести исходный объект [228].

Абсолютно аналогично в виртуальной среде перемещается финансовый поток. При осуществлении денежных переводов не осуществляется физического перемещения денег, происходит просто обмен информацией, биты и байты управляют перемещением денежных средств с одного счета на другой.

Поскольку во всех описанных ситуациях применялась только виртуальная среда, то появилась необходимость ввести новое понятие – компланарные потоки, которое наиболее полно бы раскрыло экономическую природу и особенности происходящих процессов с точки зрения логистики. Более подробно данные потоки будут рассмотрены в следующем параграфе.

Таким образом, дополнительные характеристики (формализация и адаптивность), внесённые в традиционную классификацию потоков, имеют явно выраженную гносеологическую направленность, способствующую формированию объективной оценки качества потока в информационно-коммуникационной среде.

В современных рыночных условиях, проведённый эмпирический анализ классификации потоков, позволяет сделать вывод, что наряду с развитием инновационных технологий, созданием новых продуктовых линеек, будут трансформироваться и видоизменяться сами потоки.

## **2.2. Теоретические аспекты методологии развития адаптивных потоков в цифровой экономике**

В рамках проблематики настоящего исследования основная задача состоит в том, чтобы научно обосновать особенности и современные тенденции в сфере управления логистическими потоками в условиях становления цифровой экономики не только в России, но и в мире. Решение данной проблемы лежит в плоскости организации информационной поддержки потоковых процессов на различных уровнях, которые в свою очередь требуют разработки соответствующих алгоритмов, на основе которых будет осуществляться разработка управленческих решений.

Стоит отметить, что появление новых характеристик информационных потоков, это закономерный этап развития общества. Дифференциация в скорости интеграции в глобальный рынок государств, корпораций на фоне ограниченного стимулирования поддержке сферы воспроизводства привела к усилению неравномерности развития базовых экономических процессов. Кроме того, до определённого момента развития общества объемы данных оставались относительно небольшими. До тех пор, пока эти данные использовались в системах, где и производитель информации, и потребитель находились в едином контексте, отождествление данных с одной стороны и информации, с другой оставалось вполне допустимым.

По мнению ряда учёных, в частности А. П. Рыжова, из-за ограниченности ресурсов такой подход был оправдан. Отождествление информации с данными принципиально ничему не мешало вплоть до середины нынешнего десятилетия, когда ситуация стала изменяться. Однако экспоненциальный рост объемов хранимых данных потребовал изменений в решении взаимосвязанной задачи по организации управления данными. Более того, стали массово появляться распределенные архитектуры, а также разнообразные системы управления бизнесом, где отдельные модули существуют в собственном контексте. Всё это позволяет доказательно

признать дефицит действующего инструментария и необходимость новых форм организации потоковых процессов в условиях становления цифровой экономики страны.

Согласно поставленной задаче, одним из главных свойств информационной системы, которое требует тщательного рассмотрения, будет являться ее способность подстраиваться к изменяющимся внутренним процессам и внешним воздействиям. Такое свойство системы принято называть адаптивностью. Для однозначного толкования данного понятия целесообразно ввести следующее определение: адаптивность – способность системы модифицироваться при изменении параметров модели предметной области. Более расширено адаптивность можно рассматривать как способность устройств и программного обеспечения изменять свои параметры, соответствующие характеристики для повышения эффективности работы в зависимости от внешних факторов.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что к адаптивным потокам относятся такие виды потоковых процессов, которые изменяют свои параметрические характеристики под воздействием внешних факторов с учётом эффективного функционирования для достижения заданных целевых показателей.

В рамках проведения теоретического исследования главная задача заключается в доказательстве необходимости построения адаптивных потоков в условиях цифровизации экономики для оказания положительного влияния на интеграцию бизнес-структур с одной стороны, и к повышению качества управления процессом генерации логистических услуг для потребителей, с другой. Поскольку такое свойство как адаптивность информационного потока является новым и малоизученным, имеет смысл привести некоторые примеры его использования и схематично показать, как разработать алгоритм принятия оптимизационного решения.

Источниками информационных потоков, применимых к электронной торговле и электронному бизнесу могут быть абсолютно различные по своей

природе объекты (или субъекты). Это могут быть логистические информационные системы, поисковые системы, сообщения от систем самодиагностики различных устройств. В случае обеспечения электронной коммерции логистической инфраструктурой в виртуальном пространстве, функция адаптивности позволит сократить логистические и коммуникационные затраты, в том числе издержки на преодоление логистических барьеров.

Описание модели производится по принципу «черного ящика». Есть входы и, соответственно, выходы. Однако на начальном этапе неизвестен точный алгоритм обработки потока с заданной целевой функцией, для того чтобы он мог подстраиваться под потребности пользователя. Кроме того, известно какие процессы могут протекать внутри этого «чёрного ящика». В результате получается конфигурация модели, приведённая ниже.

Входные потоки:

- Нечеткие.
- Противоречивые.
- Разнородные (источники – различные логистические системы).

Выходные потоки:

- оптимизированные информационные потоки с минимально возможными издержками;
- не оптимизированные – потоки, в которых нет организованной структуры мета-данных.

Целевая функция:

- сокращение внутренних затрат;
- уменьшение стоимости коммуникации с пользователем;
- уменьшение стоимости коммуникации с другой несопряжённой системой.

Поставленная задача может быть сведена к решению оптимизационной задачи, а именно поиска минимума издержек. Уточнённая градация адаптивных потоков показаны на рисунке 12.

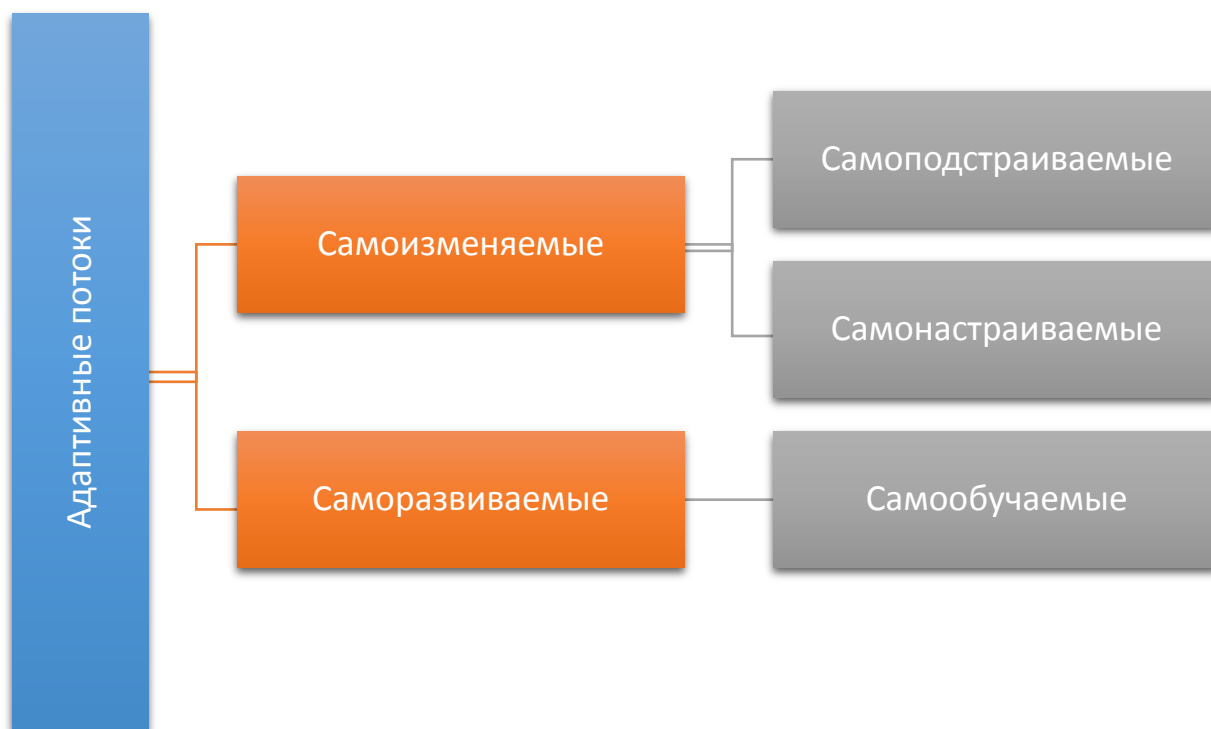


Рисунок 62 – Адаптивные потоки

Такое деление потоков стало возможно с учётом их экономической составляющей. Два больших класса самоизменяющиеся и саморазвивающиеся потоки появились при непосредственном применении информационно-коммуникационных технологий, а именно искусственного интеллекта. Если главная особенность построения самоизменяющихся адаптивных потоков базируется на том, что формирование ожиданий относительно будущих значений переменной величины находится на фундаменте её прошлых значений. То есть рассматриваемые субъекты экономики корректируют свои ожидания будущих количественных значений переменных исходя из их последних значений. Необходимо отметить, хотя такое ожидание является менее удовлетворительным с точки зрения логики,

чем рациональные ожидания. Они, тем не менее, используются в экономических моделях для упрощения работы с ними [193].

Саморазвивающиеся адаптивные потоки строятся с учётом значений, полученных путём применения теории нечётких множеств, теории вероятности и других аналогичных теорий. Событийный ряд учитывает наиболее вероятностные отклонения от заданных целевых параметров и предлагает оптимальное решение в сложившейся ситуации.

В условиях информационной загруженности скоротечности происходящих процессов на фоне больших данных решение логистических задач возможно с применением технологии искусственного интеллекта, поэтому следующий подкласс имеет считать самообучаемыми адаптивными потоками.

Это уже полностью автоматизированные потоковые процессы, которые могут выстраивать схемы продвижения товаров не только на основании будущих количественных значений переменных исходя из оценки их последних значений, но и предвидя возможные изменения общей конъюнктуры рынка, основных рисков, расширяя горизонт прогноза.

С точки зрения бизнес-анализа применение вышеуказанного математического аппарата для построения адаптивных потоков даёт возможность на первом этапе не только видеть организационную структуру всей цепи, но и выявить закономерности или типовые модели в громадных массивах данных. На втором этапе извлекать из них необходимые данные для практического использования, тем самым способствуя повышению конкурентоспособности рассматриваемого предприятия или участников логистической цепи в целом. Согласно, логике исследования адаптивными потоками можно считать потоковые процессы, которые достаточно точно описываются теорией вероятностей, теорией измерения и теорией нечётких множеств.

Самоподстраивающиеся потоки представляют собой потоковые процессы, которые функционируют в заданном интервале значений

параметров, при достижении критических значений одного из параметров, либо группы параметров путём обратной связи процесс регулируется и входит в установленный интервал. Причём параметры могут быть различны: скорость, интенсивность потока, время запаздывания и т. д.

Самонастраивающиеся потоки представляют потоковые процессы, которые могут перестраиваться в зависимости от поставленных целевых функций. Это уже решение более сложных задач, а именно по смене направления потока, продуктовой линейке, замене конечного получателя. Однако сделать однозначного вывода о том, что один вид потоков лучше или хуже нельзя. Главное – это применение их для обеспечения функционирования бизнес-процесса и получение конечного результата, соблюдая соотношения стоимости построения информационной системы и качества оказываемых услуг.

Таким образом, можно сделать вывод, чем выше качество информационного потока, тем меньше издержки на прохождение его между различными взаимодействующими системами и тем выше качество предоставляемой услуги для пользователей виртуальной среды. Например, сети Интернет-магазинов. Это создаёт предпосылки для формирования и продвижения новых услуг с учётом потребностей потенциальных клиентов, что в свою очередь позволяют привлекать новых потребителей и удерживать уже действующих. В целом выиграет тот производитель рынка информационных услуг, который предугадает потребности потребителя. В последние годы происходит насыщение рынков на фоне возрастания барьеров входа. Это приводит к росту конкуренции между компаниями из-за постепенного снижения динамики его организационного развития и скорости расширения [234].

Согласно вышеизложенным фактам, для проведения качественной автоматизации необходимо построить качественную модель. Поскольку в рассматриваемой системе алгоритм принятия решения заранее неизвестен, то традиционными способами решить поставленную задачу нельзя. Нет



возможности построить алгоритм, если неизвестно ни количество шагов алгоритма, ни действия, выполняемые на каждом шаге. В таких условиях можно использовать интеллектуальные алгоритмы, которые способны к обучению, а в некоторых случаях и самообучению. Конечной целью данного алгоритма будет являться поиск оптимального решения: максимальный эффект при минимальных издержках (см. рисунок 13).



Рисунок 7 – Классификация неопределённостей при построении адаптивных потоков

Кроме того, введение понятия адаптивности для описания потоковых процессов необходимо для разработки нового инструментария, методов прохождения логистических барьеров и фрагментов с целью сокращения времени доставки товара, принятия оптимального решения, а также уменьшения логистических затрат. Дело в том, что в современных рыночных условиях логистика решает основную задачу – уменьшение внутренних затрат. Концепция «управления цепями поставок» (Supply Chain Management

– SCM) успешно помогает в вопросах сокращения суммарных издержек всех звеньев цепи.

Принцип минимизации суммарных затрат однозначно указывает на то, что подобная задача может быть успешно решена в двух случаях:

- единое управление всей цепью поставок;
- стремление к единой цели, то есть фокусировкой на общий финансовый результат работы такой цепи.

В условиях формирования новой среды должны быть специфические средства поддержки бизнес-процессов. Основой современного электронного бизнеса, то есть видение предпринимательской деятельности в виртуальной среде, должна стать электронная дифференциация, на которую в том числе в своих аналитических отчётах ссылается агентство «BCG» собранных из открытых источников о трендах в электронной торговле в условиях цифровизации. Анализ показывает, что свойство адаптивности присутствовало во многих потоковых процессах, но наиболее ярко стало выявляться при внедрении систем ERP непосредственно в хозяйственную деятельность корпораций.

В экономической литературе встречается достаточно много определений, согласно терминологии Американской ассоциации по управлению запасами и производством ERP считается «стандартом де-факто», подразумевает под собой организационную стратегию интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, которая сфокусирована на решении задач по постоянной балансировке и оптимизации ресурсов предприятия на основе специализированного пакета прикладного программного обеспечения, создающего общую модель данных и процессов всех сфер деятельности [400, 405]. В плоскости исследования адаптивных потоков имеет смысл употреблять рассматриваемый термин из словаря APICS, где ERP-система раскрывается в двух значениях.

Первое, информационная система для идентификации и планирования

всех ресурсов предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета в процессе выполнения клиентских заказов. Большинство современных ERP-систем построены по модульному принципу с основными базовыми функциями, указанными ниже:

- ведение конструкторских и технологических спецификаций;
- управление спросом и формированием планов продаж, планирование производства;
- планирование потребностей в материалах;
- управление запасами и закупочной деятельностью;
- планирование производственных мощностей;
- обеспечение финансовых функций;
- организация управления проектами.

Второе, в более общем контексте, а именно как методология (с точки зрения компьютерных технологий) эффективного планирования и управления всеми ресурсами предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета при исполнении заказов клиентов в сферах производства, дистрибьюции и оказания услуг. Однако есть целый ряд ограничений, которые не позволяют данной методологии быстро внедряться и находить широкое применение. К ним относятся следующие:

- достаточно высокая цена внедрения;
- ежегодная оплата лицензии не регулируется, то есть не зависит от размера компании, а также не связана с доходностью клиента от использования системы;
- достаточно сложная техническая поддержка, требующая высоких профессиональных знаний от пользователей;
- трудности, связанные с применением к конкретным технологическим и бизнес-процессам;
- трудности непосредственно в эксплуатации системы;

- система часто копирует «слабое звено», что приводит к трансляции ошибки, таким образом неэффективность в одном отделе (или у одного из партнеров) может затронуть других участников;
- функционирование приложения может зависеть от качества данных связанных с ним других приложений, что требует проведения дополнительных операций по снижению «фона зашумленных данных»;
- сокращение гибкости, снижение общего контроля на корпоративном уровне;
- возникают проблемы с ответственностью персонала;
- возникает сопротивление в процессе передачи важной внутренней информации между отделами, что приводит к уменьшению эффективности использования системы в целом;
- проблемы с сопряжением имеющегося (внутреннего) программного обеспечения;
- функционал системы часто превышает конкретные потребности клиента, то есть наличие опций, которые не применяются.

Применение интеллектуальных информационных систем неизбежно ведет к изменению концепции логистики и формированию новой методологии её развития. Адаптивные технологии в настоящее время получили достаточно широкое распространение, в логистические процессы активно внедряются инновационные решения. При этом основные принципы логистики останутся теми же, что и были, а эффективность логистических процессов будет неуклонно повышаться.

Свойство «адаптивность» для информационного потока было добавлено в классификацию из-за необходимости решения задач по самонастройке компонентов системы, чтобы информационный поток перемещался между модулями системы без участия человека при изменении

внешних условий информационной среды. Кроме того, адаптивные потоки позволят информационным системам работать более устойчиво. Несмотря на то, что повышение эффективности логистических процессов при сохранении основных принципов логистики становится важной задачей в условиях становления цифровой экономики, алгоритмы, построенные на основе методов искусственного интеллекта, способны вывести провайдера услуг с уровня массового обслуживания на уровень персонализированного, однако при этом автоматизированного оказания услуг и автоматизированного принятия решений.

### **2.3. Компланарные потоки как фактор роста конкурентоспособности отечественных провайдеров**

Переход общества на новый технологический уклад приводит к фундаментальным изменениям во всех сферах деятельности. Однако основные понятия остаются неизменными. Одним из них является конкурентоспособность предприятия, на котором базируется главная цель бизнеса – создание клиентской базы для распространения товаров и услуг. Причём для любых отраслей экономики и предприятий производственных, высокотехнологичных, логистических провайдеров.

Главной особенностью развития экономики в последние десятилетия стала сформированная виртуальная среда, и целый ряд бизнес-процессов перешёл в эту новую реальность. В ней действуют свои закономерности, инструментарий. Причём надо отметить, что порой виртуальная среда диктует свои законы. Например, любая компания должна иметь свой сайт в Интернете, электронную почту, производить расчёты в безналичной форме. На смену покупкам в торговых центрах, магазинах пришли интернет-покупки с доставкой товара потребителю.

Однако виртуальная среда постоянно развивается, меняется её структура, параметрические характеристики. Если для покупки через Интернет ранее обязательно был необходим компьютер, то в последние годы

появились мобильные приложения, которые функционируют как универсальное устройство для организации покупок. Произошло формирование новой отрасли – мобильной коммерции (mCommerce). Для её функционирования созданы специальные технические устройства, написано программное обеспечение, разработаны объединяющие пользователей офлайн программы. Анализ позволяет выделить основные черты мобильной коммерции:

- совершаются покупки в режиме онлайн с применением компьютера или мобильного устройства;
- тиражируется применение мобильных устройств в рамках омниканального поведения клиентов, покупок в офлайн-магазинах или как гибрид одного и второго;
- организация активного взаимодействия продюцента услуг и клиента в рамках офлайн и онлайн-покупок, с помощью QR-кодов, карт лояльности;
- активные коммуникации через мобильные устройства с потребителями с целью оказания консультации, технической поддержки в процессе покупки и последующего сопровождения.

Все эти особенности стали своего родом триггером мобильной коммерции по генерации новых услуг или устойчивого роста уже существующих, таких как:

- мобильные денежные переводы;
- электронные билеты;
- покупка и доставка цифрового контента;
- мобильный банкинг;
- бесконтактные платежи, а также платежи через приложения;
- услуги, основанные на использовании геолокации, когда определяется местоположение пользователя с помощью GPS, Wi-Fi и формируется индивидуальное предложение; например, при

помощи уведомлений компании предлагают персонализированные скидки или самовывоз для конкретных покупателей в определенном радиусе;

- мобильный маркетинг (купоны и карты лояльности) [408].

Вышеизложенные факты свидетельствуют об изменении целевых групп потребителей. Наступает новый период появления клиентов, которые фокусируют свою хозяйственную деятельность на использовании мобильного телефона. По данным агентства «MobX» порядка 50% - 60% трафика в интернете приходится на мобильные устройства. Для России вызывают интерес показатели среди ритейлеров, более чем у половины из них доля мобильного трафика составляет 50%, который генерирует свыше 40% продаж. Причём это общий тренд на мировых рынках, что наглядно проиллюстрировано на рисунке 14 [408].

По итогам 2019 года можно сделать важный вывод о том, что мобильная коммерция заняла лидирующее положение по динамике роста онлайн-покупок, например, в Великобритании 62% конечных потребителей используют смартфоны. Более подробно анализ развития рынка электронной коммерции приведен в Приложениях 1 и 2.

Несмотря на то, что в том же году в нашей стране объёмы продаж через мобильные устройства были сопоставимы с продажами через десктопные, отечественные представители розничной торговли не приняли однозначного решения о том, как им развиваться в мобильном пространстве. Возможно создавать новые приложения, мобильную версию сайта или ограничиться адаптивной вёрсткой.

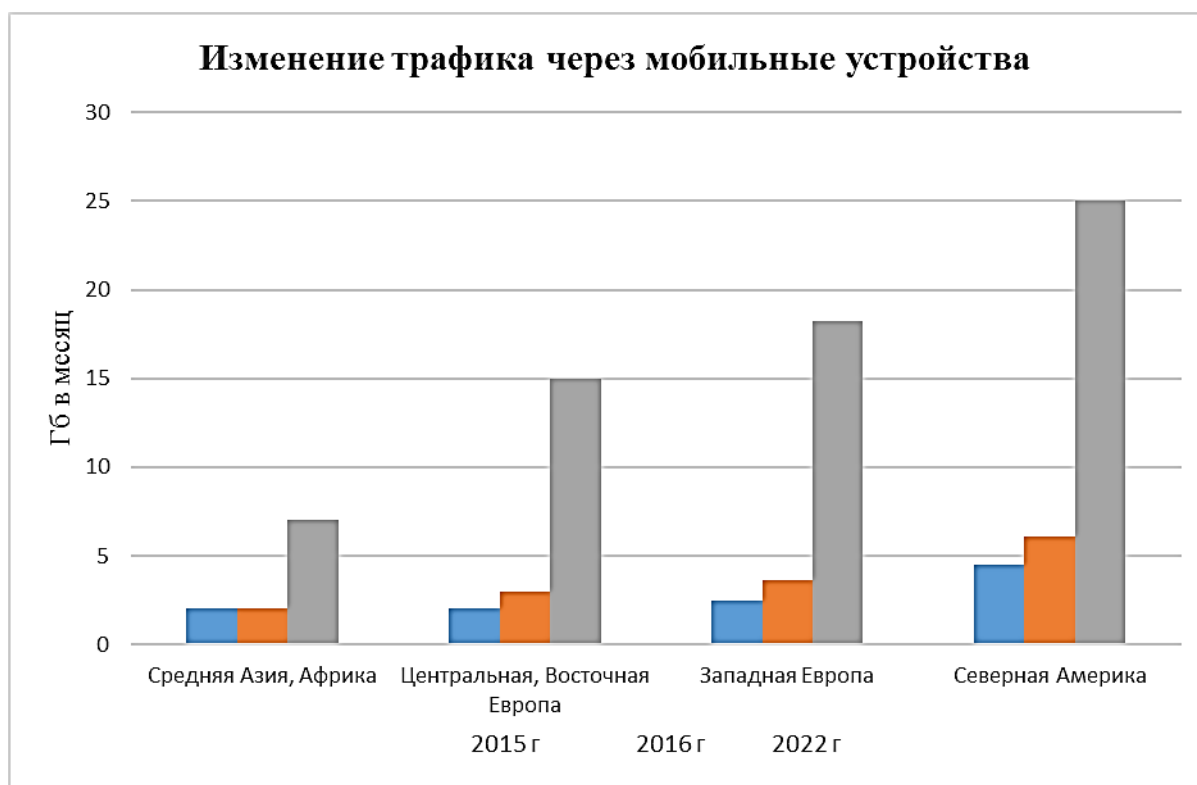


Рисунок 8 – Динамика роста мобильного трафика

Приходится констатировать факт, что ситуация с маркетингом на мобильных устройствах в России хуже развитых стран. Причин такого положения

дел много, основные показаны ниже:

- нет специалистов и специализированных агентств по продвижению данных каналов продаж;
- отсутствует эффективная реклама для компаний, работающих на рынках мобильной коммерции, а то, что есть отстало от рынка на 2-3 года;
- дорогостоящая разработка мобильных приложений;
- необходимость предоплаты в магазинах;
- длительный срок доставки товара;
- слаборазвитая инфраструктура для e-commerce, которая находится на передовой линии по эффективности и технологичности.



Таким образом, сложилась своеобразная виртуальная инфраструктура, которая позволяет увеличивать объёмы продаж и динамично развивается. Учёные экономисты прогнозируют увеличение глобальных продаж в электронной коммерции до 4,058 трлн. долларов США к концу 2020 года. Это составит порядка 15% от общего объема розничных продаж. Первым государством по онлайн расходам, которые превысили 1 трлн. долларов США за счёт использования мобильных устройств, стал Китай. В 2019 году бесконтактные мобильные платежи превысили рубеж в 1 трлн. долларов США, при этом Сервисы «Apple Pay», «Google Pay» планируют увеличивать объёмы продаж в среднем на 30,7% в год на период до 2022 года. Онлайн-коммерция вырастет более чем в шесть раз, а объем продаж через Интернет-магазины достигнет объёма 5,8 трлн. долларов США к концу 2022 года. Согласно данным компании «Criteo», клиенты просматривают в 4 раза больше продуктов за сеанс через приложения мобильных устройств по сравнению с мобильными сайтами. В результате коэффициент конверсии в приложениях в 3 раза выше относительно сайтов, а также в 1,5 раза больше по сравнению с ноутбуками [386, 399, 408, 417].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о необходимости развивать новый инструментарий организации доставки специфических товаров: интернет контента, файлов в виртуальной среде с точки зрения логистической составляющей поддержки бизнес-процессов.

Согласно, логики исследования впервые в работе введено новое понятие «компланарный поток», которое наиболее полно характеризует логистические процессы в виртуальной среде с одной стороны, а также позволяет определить необходимые параметры и условия построения алгоритмов для максимально полной автоматизации логистических процессов, с другой стороны.

Компланарные потоки – это совокупность внутренних и внешних адаптивных потоков между поставщиками и потребителями в информационно-коммуникационной среде, к которым применяются

логистические операции, определяющие бизнес-процесс в виртуальном пространстве. Экономический смысл данного термина подчёркивает новые характеристики потоковых процессов в информационно-коммуникационной среде. При наличии гораздо большей степени свободы в виртуальном пространстве по сравнению с реальной средой есть объективные закономерности. В принципе, виртуальный мир можно рассматривать как  $n$ -мерное пространство. Компланарный поток имеет направление от поставщика интернет контента или файла к конечному получателю. Состоит из трёх составляющих, аналогичных материальному, финансовому, информационному потокам, но с разной функциональностью.

Виртуальное пространство можно представить в виде математической структуры из набора элементов, связанных между собой. Их можно наделить дополнительными структурами. Подобные пространства присутствуют в математическом анализе, преимущественно в виде бесконечномерных функциональных пространств, где в качестве векторов выступают функции.

Компланарный поток – это есть частный случай логистических потоков, полностью перемещенный в информационную среду по аналогии с компланарными векторами, которые исходят из одной точки и располагаются в одной или параллельных плоскостях (от латинского «com» – совместно и «planum» - плоскость). Например, безналичная оплата товара или услуги – это финансовый поток, но поскольку он не покидал границ виртуальной среды, то являясь по своей физической природе информационным потоком, он все же является финансовым потоком. Аналогично ситуация обстоит и с материальным потоком. Если цифровой товар как аналог материального не покидал виртуального пространства, то его также можно рассматривать как материальный, а не информационный. Например, продажа электронных книг. В этом случае материальный товар будет изолирован виртуальным пространством и представлять собой цифрового двойника материального товара, но уже не будет являться информационным потоком, так как принципиально меняется его назначение.

При этом каждый переход потока из виртуальной среды в физическую возможен, но содержит определенный набор барьеров. Например, при переводе денежных средств с одного счета на другой возможно обналичивание этих средств (проще всего это продемонстрировать на примере физического лица) путем снятия в банкомате. Или при покупке цифрового товара (книги), его всегда можно распечатать.

Логистический поток будет всякий раз компланарным, когда он не покидает виртуального пространства, содержит представления компонентов логистических потоков (материального, финансового, информационного, сервисного) при этом содержит все параметры бизнес-процесса (см. Рисунок 9)

Например, безналичные переводы денежных средств с помощью информационных систем. Поставщик со своего расчетного счета отправляет деньги получателю. При этом физически наличных купюр они могут вообще не видеть. Произойдет перемещение информации о переводе от отправителя к получателю через банк или платежную систему. В результате у всех трех участников данной транзакции (отправитель, получатель, банк) изменяется информация о состоянии расчетных счетов. Другой пример, отправитель вносит деньги через банкомат, переводит их в безналичной форме адресату. Получатель снимает наличные деньги в другом месте через банкомат. В данном случае видно, как информационный поток «перемещает» наличные средства не только в интернет пространстве, но и в материальном мире без их физического перемещения [43, 228].

Аналогичная ситуация происходит с электронным товаром, который на границе виртуального пространства и материального может быть трансформирован в материальный продукт. Например, наличие 3D-принтера позволит клиенту распечатать приобретенный продукт, который будет получен из компьютерной модели, состоящей из определённой последовательности битов и байтов.

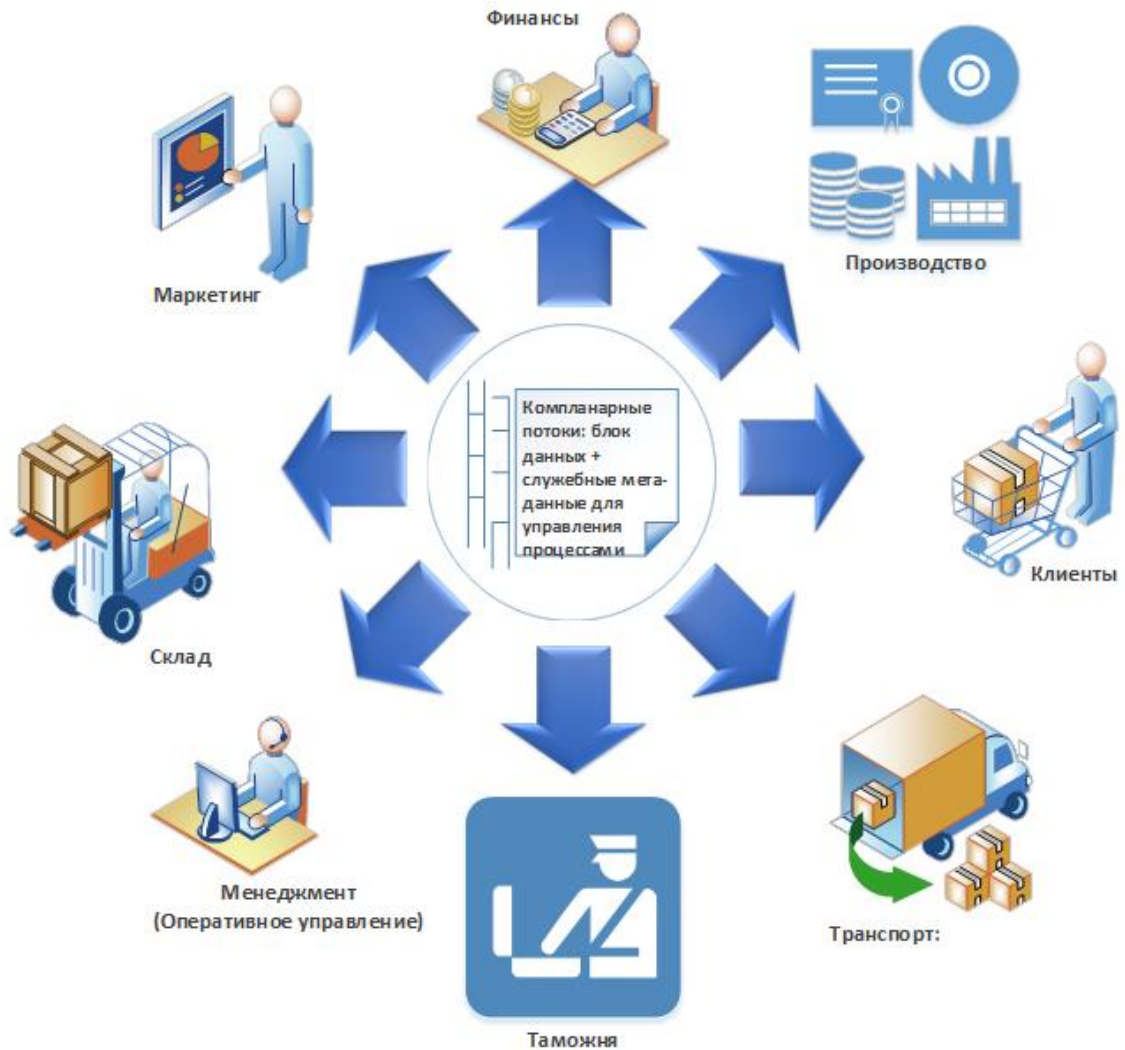


Рисунок 9. Копланарные потоки в логистических процессах

Стоит отметить, что рассмотренные примеры носят достаточно упрощённый характер. Их цель показать принцип функционирования копланарных потоков. В реальной ситуации все обстоит гораздо сложнее. В современных условиях информация – это такой же товар с рядом специфических параметров. Копланарные потоки зачастую формируются и развиваются в условиях нечетких требований, формулировок и неопределенностей. Традиционные логистические информационные системы обладают достаточно уязвимой особенностью, а именно дают сбой при наличии случайных всплесков активности.

Типичный случай из практики торговых компаний. Если оператор регистрирует случайный крупный заказ, тогда краткосрочный прогноз будет искажён, что в последствии приведёт к избытку товара на складе. Дело в том, что логистическая информационная система без элементов искусственного интеллекта выдаст сигнал на пополнение товарного запаса из-за роста объёма продаж. А на самом деле, такой крупный заказ может больше не повториться, в данном случае необходимо ручное регулирование системы. В современных условиях логистическая информационная система должна иметь соответствующие характеристики для выявления на раннем этапе таких случайностей, принимать управленческие решения по минимизации негативного эффекта или полного его исключения.

С точки зрения решения логистических задач выработать правильный алгоритм действий в данном случае достаточно сложно. Есть два варианта развития событий. В первом, при принятии решения менеджером надо учитывать целый ряд субъективных факторов: деловые и личные качества менеджера, его профессиональный опыт, компетенции и прочие. В условиях недостаточности информации весьма высока вероятность принятия ошибочного решения.

Второй вариант. Для снижения вероятностной ошибки к минимальному значению использовать интеллектуальный автоматизированный прогноз, который свободен от эмоциональной составляющей и функционирует на базе заранее разработанного алгоритма и настроенной (самообучаемой) системы.

Одним из главных источников недостаточности сведений довольно часто выступает информационный запрос. Пути решения данной проблемы в настоящее время лежат в плоскости практического применения инструментария нечеткой реляционной алгебры, на основе которого могут формироваться нечёткие запросы к реляционным базам данных. В качестве примеров таких нечетких логистических информационных запросов могут такие, как «выбрать всех моих надежных контрагентов», «выбрать не очень

надежных поставщиков» и другие аналогичные им. Стоит подчеркнуть, что запросы указанного формата современная реляционная алгебра уже может обрабатывать. Однако реальная модель, которая умела бы обрабатывать подобные запросы, а также параллельно обучаться на базе данных предыдущего опыта, структурировать, архивировать и использовать знания для принятия решений, ещё нуждается в осмыслении и разработке [195].

Данная гипотеза будет рассмотрена в следующей главе, так как требует более детальной проработки с целью построения модели компланарных потоков, а также описания алгоритма их движения и принятия решений в условиях недостаточной формализации и противоречивости требований. Это создаст предпосылки для решения задач оптимизации преодоления логистических барьеров, в основу которых имеет смысл заложить марковский процесс принятия решений [34, 94, 285].

Проанализировав описанные факты, можно сделать вывод, что для повышения конкурентоспособности отечественным провайдерам необходимо использовать новейшие информационно-коммуникационные технологии, современный математический аппарат и программное обеспечение. Дело в том, что за последние годы существенно изменилась концепция развития бизнеса, ИК технологии перестали являться конкурентным преимуществом, а стали своего рода инфраструктурой в киберпространстве, платформой для ведения бизнеса. Развитие нового понятийного аппарата, создания технологичного инструментария позволят логистическим провайдерам не только выйти на траекторию устойчивого роста, но и повысить экономическую эффективность хозяйственной деятельности [234].

Таким образом, развитие компланарных потоков и практическое их применения целесообразно учитывать в плотной взаимосвязи с технологическими платформами, на которых они будут формироваться. В одном случае это могут быть облачные технологии, которые позволят оперативно наладить информационный обмен данными между

независимыми бизнес структурами, в другом собственные ресурсы: физический сервер, софт для организации взаимодействия с клиентами. Например, вариант On-Premises, когда провайдер всё выполняет самостоятельно и не прибегает к услугам внешних подрядчиков. Может владеть собственным физическим сервером в своём помещении со всеми вытекающим последствиями: расходы на обслуживание, электроэнергию, оборудование, или взять в аренду, или разместить собственный сервер в любом дата-центре. В этих случаях основные расходы приходятся на арендную плату.

Иногда провайдеру бывает выгодно использовать виртуальные выделенные серверы VPS, VDS с целью размещения на них программного обеспечения «on-premise» [359]. Однако стоит подчеркнуть, что хостинг выделенных серверов осуществляется оборудованием, находящимся на территории провайдера.

Главное достоинство данного варианта в том, что провайдеры гарантируют своим клиентам максимальный уровень сохранности и безопасности корпоративных данных. Кроме того, клиенты имеют возможность круглосуточного удаленного доступа к информации, размещенной на сервере.

В другом случае логистическим провайдерам имеет смысл остановиться на варианте аутсорсинга информационной поддержки. В последнее десятилетие облачные технологии стали обладать широким диапазоном функционала, начиная от хранения данных, и заканчивая оказанием отдельного вида услуг. Конечно же все они имеют сильные и слабые стороны. Проведенные исследования позволили определить среди облачных услуг наиболее приемлемые для провайдеров в силу специфики их деятельности, следующие:

- инфраструктура как услуга (IaaS), позволяющая получать цифровые ресурсы по запросу для инсталляции операционных систем, приложений;
- платформа как услуга PaaS, предоставляет доступ к

специализированной облачной платформе для инсталлирования программного обеспечения, которое поддерживается его собственником;

- программное обеспечение как услуга (SaaS), предоставляет возможность клиенту пользоваться приложениями, которые функционируют на облачной инфраструктуре владельца [135, 204, 412].

Таким образом, для формирования компланарных потоков наиболее оптимально применять облачную технологию типа IaaS, то есть вычислительную инфраструктуру для запуска собственных программных решений на базе серверов, хранилища данных. Для повышения надёжности функционирования логистического провайдера необходимо обеспечить резервное копирование базы данных на собственных серверах.

Из вышеизложенного следует вывод, что в условиях формирования и развития цифровой экономики, конкурентоспособность логистических провайдеров лежит в плоскости эффективности использования информационно-коммуникационных технологий, так как важная составляющая логистических услуг находится в киберпространстве.

Под конкурентоспособностью провайдеров, предоставляющих логистические услуги, следует понимать уникальные возможности, позволяющие достаточно полно удовлетворять запросы клиентов. С учетом данной формулировки выявлены наиболее важные проблемные зоны хозяйственной деятельности провайдеров в условиях становления цифровой экономики, а именно:

- организация стейхолдерского взаимодействия;
- использование технологических решений;
- эффективность бизнес-процессов.

Структурировав проблемные зоны, допустимо представить уровень конкурентоспособности логистических провайдеров как функцию от выбранных показателей, которые позволят оценить результативность их работы:



$$K_{LP} = f(R_{св}, R_{тр}, Эбп) \quad (1),$$

где:  $K_{LP}$  - уровень конкурентоспособности логистического провайдера;

$R_{св}$  - результативность стейхолдерского взаимодействия;

$R_{тр}$  – результативность использование технологических решений;

$Эбп$  – эффективность бизнес-процессов.

Обеспечение конкурентоспособности логистических провайдеров требует постоянного мониторинга рынков, анализа работы конкурентов, применения клиентоориентированного подхода, организации дополнительного обслуживания и методов развития внутренних интеллектуально-креативных ресурсов [232].

В заключение данного параграфа стоит отметить, что информационно-коммуникационные технологии имеют огромный потенциал для развития логистики в России за счет масштабного использования искусственного интеллекта. Информационные системы при использовании адаптивных потоков позволят более качественно управлять компланарными потоками, которые, в свою очередь, получают такие свойства, как интеллектуальность, адаптивность и способность самостоятельно преодолевать логистические барьеры в условиях изменяющейся логистической среды. Компланарные потоки в данном случае можно рассматривать как компоненту интеллектуализации экономики в целом, и логистики в частности.

#### **2.4. Цифровая трансформация интегрированной логистики**

Термин «цифровизация» стал в последние годы широко распространённым в экономической среде. Все чаще стали появляться монографии, научные труды отечественных и зарубежных учёных о цифровой экономике, цифровой логистике и других цифровых технологиях. Не вызывает сомнения тот факт, что в основе цифровизации лежат информационно-коммуникационные технологии, а также их потенциальные возможности прямо пропорционального воздействия на развитие научно-

технического прогресса в целом, и логистических процессов, в частности. Безусловно, уровень влияния информационно-коммуникационных технологий весьма различен. Одного вида воздействие оказывается на развитие логистических систем как совокупности взаимосвязанных элементов в плоскости структурных изменений, другое на параметрические показатели логистических бизнес-процессов, совсем иное на деятельность логистических провайдеров как основных генераторов услуг на цифровых платформах.

Тем не менее, наряду с основными задачами логистики, появляются новые, которые требуют теоретического осмысления, разработки нового инструментария для их практической реализации. Наряду с сокращением издержек, необходимо заниматься вопросами увеличения оборачиваемости оборотного капитала фирмы.

Это, в свою очередь, приводит к расширению контроля за оплатой, увеличением роли поставщиков (их надежность по ряду параметров можно оценивать на основе нечетких композиций), к автоматизации логистических процессов.

В современных условиях эффективность логистической составляющей деятельности организации будет в большей мере зависеть от эффективности информационной системы. Причём зависимость возрастает по экспоненциальному закону, чем глобальнее интеграция с другими информационными системами на фоне роста производительности компьютеров, тем сильнее становится влияние человеческого фактора. Однако нельзя пока еще полностью исключить участие человека в логистических операциях. Для этого есть ряд веских причин, начиная от возможных негативных последствий экономического характера, как рост безработицы, так и чисто техническими - информационные системы при всем обилии возможностей не наделены таким важным факторами, как интуиция, эмоциональная составляющая.

С другой стороны, задача роста ВВП, построения

конкурентоспособной экономики требует поиска новых технологических решений. Снабдив логистическую информационную систему интеллектуальной компонентой, будет получен совершенно новый класс информационных систем, возможности которых, подкреплённые человеческими качествами – опытом и интуицией на базе экспертных знаний, будут несопоставимы с мощностью уже действующих, а на порядок выше.

Проблематика настоящей главы охватывает крайне острые вопросы дальнейшего развития логистики. Если раньше основным ее направлением было обеспечение военных подразделений всем необходимым для ведения боевых операций, то с ростом объёмов торговли, производства логистика стала неотъемлемой частью развития бизнес-структур. Соответственно, технологические инновации заняли достойные места в этапах развития логистики. Следует обратить внимание на тот факт, что только с 1970-х годов, когда стали широко внедряться информационно-коммуникационные технологии, а громоздкие электронно-вычислительные машины постепенно уступать рынок компактным персональным ЭВМ, экономисты подняли вопрос о применении вычислительных систем в народном хозяйстве. До этого времени считалось абсурдным использовать персональные ЭВМ, т. к. они были неспособны решать серьезные инженерные задачи. История показала несостоятельность данного прогноза производителей вычислительной техники.

Так, например, с появлением Apple-II во второй половине 1970-х годов фирма IBM уступила значительную долю рынка персональных ЭВМ лишь потому, что вовремя не обратила должного внимания на двух Стивенсов – Джобса и Возняка, которые организовали в гараже производство персональных ЭВМ.

Концептуально обозначив тренды развития информационно-коммуникационных технологий, имеет смысл определить этапы формирования логистики в тесной взаимной увязки с новыми научно-

техническими достижениями с целью более адекватного представления рыночных реалий текущего момента.

Первый этап. Управление материальными и финансовыми потоками происходят раздельно друг от друга, но уже с использованием информационных систем. Спроектированные системы автоматизировали лишь отдельные бизнес-процессы и на данном этапе еще не было понимания, что управление различными потоками может осуществляться в единой информационной системе. Таким образом, управление складом, финансами, перемещением материальных потоков – это были разные информационные системы, которые решали обособленные задачи. Кроме того, управление разными департаментами одного и того же предприятия осуществлялось на основе различных разрозненных систем. Впоследствии данный подход в информатизации стал называться «лоскутной» автоматизацией. Вместе с тем важно отметить, что понимание потенциальной возможности реализации всех происходящих процессов в рамках одной информационной системе пришло именно на первом этапе развития.

Второй этап. Примерно, берёт начало с 1980-х годов. В этот период стали развиваться технологии интеграции. К одним из первых интеграционных процессов аналитики относят процессы внутренней интеграции. Информационная система стала единым контуром для всего предприятия, т. е. все данные о товаре, поставщиках, клиентах, включая сотрудников, стали храниться в единой базе данных. С одной стороны, это позволило значительно сократить трудозатраты на ввод данных в систему, устранить проблему «повтора», т. е. многократного ввода одних и тех же данных в разные информационные системы. С другой стороны, результатом этих нововведений стало повышение производительности операций и появление возможности предоставления сквозной отчетности. Однако и здесь присутствовали трудности. Руководители старой закалки не могли полностью оценить эффект, предоставляемый информационными системами, большинство продолжало работать по старинке. По этой причине они не

могли получать оперативную информацию своевременно и в полном объеме. Второй проблемой являлась дороговизна внедрения. Вычислительная техника была достаточно дорогой, наблюдался дефицит квалифицированных специалистов, следствием этого стала потребность в значительных инвестиционных ресурсах.

Третий этап приходится на 1990-е годы. Именно в это время стали активно развиваться сетевые технологии, которые способствовали появлению глобальной всемирной паутины www<sup>5</sup> и первых интернет-браузеров. С этого момента закрытая военная сеть ArpaNet стала постепенно использоваться для коммерческих целей, превратившись затем в открытую глобальную сеть Интернет. Информационные системы получили возможность осуществлять коммуникации друг с другом. Следующим витком развития сетевой инфраструктуры можно с полной уверенностью считать появление закрытых информационных туннелей VPN<sup>6</sup> на основе открытой сети Интернет, позволив удаленным филиалам или офисам формировать единое защищенное информационное пространство. Благодаря данной возможности интеграционные процессы стали проникать еще глубже в деятельность фирм и стали расширяться на поставщиков и дистрибьютеров.

Особо стоит подчеркнуть, что в этот же период получили развитие концепция Lean Production и принцип Just-in-Time. Появилось понятие «управление цепями поставок» или SCM – Supply Chain Management и утвердились принципы интегрированной цепи поставок, включающей в себя глобализацию логистики и процессы обслуживания потребителей, включая услуги с добавленной стоимостью.

Четвертый этап приходится на начало 2000-ых годов и продолжается по настоящее время. Появление интеллектуальных технологий и новых стандартов связи вывело логистику на совершенно другой уровень. Теперь

---

<sup>5</sup>WWW (World Wide Web – англ. яз.) - всемирная паутина

<sup>6</sup>VPN (Virtual Private Network - англ. яз.) - виртуальная частная сеть

целый спектр монотонных низкоквалифицированных операции стал выполняться в автоматизированном режиме. Следствием этого, был дан старт появлению новых профессий, которые напрямую связаны с обработкой информации и её структурированием. Отрицательный эффект на данном этапе проявился в упразднении профессий, которые достаточно легко автоматизировать, а это может привести к сокращению рабочих мест, росту безработицы, социальной напряжённости. Так, например, функции планирования, формирования отчетов, отслеживания статуса заказа или геолокации транспорта могут выполняться в автоматическом режиме.

Информационные системы с применением технологий искусственного интеллекта имеют возможность обрабатывать большие объемы данных и способны извлекать знания из имеющихся данных, используя технологии машинного обучения. Интеллектуальные алгоритмы могут как самостоятельно собирать данные при помощи различных агрегаторов и парсеров, так и самостоятельно ранжировать различные критерии и одновременно самостоятельно выделять их приоритет на основе нечетких отношений.

Несмотря на большие достижения в сфере информационно-коммуникационных технологий, информационные системы имеют ряд слабых сторон. Основные достоинства и недостатки ERP-системы в плоскости решения задач по организации логистических потоков показаны в таблице 2 в качестве примера.

На рисунке 16 показаны этапы цифровизации интегрированной логистики, конечно, надо понимать, что границы между этапами условны.

Одним из весьма важных и интересных направлений в настоящее время является тенденция глобализации информационных систем с целью создания глобального информационно-логистического пространства.



Рисунок 106 - Развитие этапов логистики в парадигме становления цифровой экономики

Работая в автоматизированном режиме такие системы могут самостоятельно оценивать:

- качество работы транспорта;
- качество выполненных поставок;
- качество услуг логистического провайдера.

Специалисты в области логистики в этом случае получают довольно мощный инструмент информационной поддержки для принятия обоснованных управленческих решений на базе достаточно обширной уже проанализированной и обработанной информации. Однако в решении данной задачи есть сразу два вида достаточно трудных момента, которые надо заранее разделить, это организационно-политические и технические мероприятия.

Таблица 2 - Сильные и слабые стороны ERP систем

№ п/п	Преимущества	Недостатки
1.	Использование лучшего технологичного, индустриального опыта	Результативность проекта внедрения, использования ERP системы зависит от знаний, умений персонала. Часто это не подходит предприятиям малого и среднего бизнеса
2.	Постоянный мониторинг работ от принятия заказа до его выполнения	Текучка персонала: необходимы новые люди со знанием и опытом использования ERP систем; увольнение старых сотрудников
3.	Отслеживание финансовых потоков от заказа до получения денег на счет	Ограниченность кастомизации ERP Систем
4.	Учет и отслеживание взаимозависимостей работ/счетов/денежных потоков	Реинжиниринг бизнес-процессов для соответствия указанному "стандарту промышленности", который предписан ERP системой; может привести к потере уникальных конкурентных преимуществ
5.	Учет и анализ доходов, расходов и прибыли	

Согласно логике исследования, следует рассмотреть их более подробно. К организационно-политическим относится нежелание фирм предоставлять другим сторонним организациям и агрегаторам доступ к своим данным. К техническим трудностям относится различие используемых технологий. Делом в том, что разные информационные логистические системы не могут быть просто объединены из-за целого ряда технических и программных особенностей.

Необходимо присутствие промежуточного агрегатора, который бы взял на себя еще и роль коннектора между информационными системами. Для интеграции разнородных информационных систем наиболее подходящим



решением может оказаться применение ETL-технологии. Дословно аббревиатура ETL расшифровывается как Extract, Transform, Load.

Extract или извлечение данных – это начало процесса переноса данных, при котором данные извлекаются из исходной информационной системы ее штатными средствами и помещаются в некоторую промежуточную область для дальнейшей обработки.

Второй шаг называется Transform и его суть заключается в преобразовании данных из одного формата в другой. Трансформации также может подвергаться не только формат, но и сама структура данных. Таким образом, производится подготовка данных к загрузке в целевую информационную систему. На данном участке могут быть задействованы как ручные способы преобразования данных, так и автоматические процедуры.

На заключительном шаге (Load) производится загрузка данных в целевую систему как в режиме добавления, так и режиме обновления [309].

Относительно диверсификации деятельности в контексте трансформации интегрированной логистики можно отметить, что виртуальная среда и электронное взаимодействие в цифровой экономике позволяют сокращать логистические издержки за счет автоматической координации всех участников логистической цепи с применением информационных систем. Одним из проявлений глобализации экономики и логистики является появление международных логистических систем, которые в настоящее время стремительно развиваются и вышли на траекторию устойчивого роста. Кроме того, полученный опыт Евросоюза по применению таких систем для формирования электронных накладных показал хороший результат и может быть успешно тиражирован для других стран.

Не является секретом тот факт, что актуальность цифровизации логистики подкрепляется дорожной картой стратегии «Умный город - 2030», а также проектом стратегии программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [335]. Цифровая составляющая логистики предполагает

создание надежной инфраструктуры, реорганизацию бизнес-процессов всех участников цепей поставок, которые позволят обеспечить достаточную гибкость сектору электронной коммерции, более тесную интеграцию логистических операторов и заказчиков, а также обеспечить экономический рост за счет сокращения логистических издержек.

Кроме сокращения логистических издержек, предприятие сможет ощутимо повысить качество принимаемых решений за счет устранения субъективного фактора (или человеческого фактора). Нельзя не отметить, что эти два фактора являются связанными, то есть качество принимаемого решения зависит от стоимости реализации и, наоборот, при низкой стоимости реализации сложно получить высокое качество решений. Хотя в некоторых случаях такая вероятность существует.

С другой стороны, сложности развития технологической инфраструктуры, появление новых трендов в экономике, правительственный курс на цифровизацию экономики способствует и, в некоторой мере, вынуждает производителей товаров и продуцентов услуг двигаться в ногу со временем. Аналитическое агентство «Tadvizer» отмечает следующие основные направления, которые наиболее сильно повлияют в будущем на общество и экономику:

- автономные транспортные сети;
- большие данные;
- технология 5G;
- информационные технологии, с помощью которых будут устранены посредники по подбору вариантов недвижимости, в том числе и с применением виртуальных 3D-туров [331].

Ученые акцентируют внимание на необходимости отечественных предприятий в современных условиях наряду с созданием клиентской базы, решать текущие задачи максимизации прибыли при минимизации издержек, чтобы быть конкурентоспособными. Для решения таких задач организации вынуждены прибегать к помощи современных технологий, которыми в

настоящее время могут быть технологии машинного обучения и искусственного интеллекта. Не являются исключением в данном вопросе предприятия, работающие в сфере логистики, которые инвестируют в разработку инновационных логистических систем, настраивая их на реализацию поставленных задач в соответствии с целями бизнеса. Интеграционные процессы должны охватывать как макроуровни, так и микроуровни предприятия при поддержке интеллектуальной логистической информационной системы для образования полного контура рыночного взаимодействия.

Как было кратко отмечено выше и более обстоятельно будет разобрано в третьей главе работы, взаимоотношения субъектов логистических систем год от года в большой степени переносятся в виртуальное пространство. По мнению ученых-исследователей, в частности Г.Ю. Силкиной, В.В. Щербакова переход от технической инфраструктуры к цифровым экосистемам позволит заложить основу для новых бизнес-моделей, которые сгладят разрыв между человеком и технологиями [312, 331]. Машинное обучение, искусственный интеллект, динамическая инфраструктура, автоматическое принятие решений, автоматическое распределение материальных, финансовых и информационных потоков между поставщиками и заказчиками позволит учесть персональные приоритеты с одной стороны, и предпочтения участников логистических процессов, с другой, а также вывести интегрированную концепцию логистики на уровень адаптивно-интегрированной.

Основными её проводниками будут провайдеры 5PL с использованием ими адаптивных технологий для формирования динамической логистической инфраструктуры на основе компланарных потоков и принципов нечеткой композиции. Применение технологий искусственного интеллекта также позволит успешно решать задачи в условиях неполной информации и неизбежно вызовет изменение в подходах предоставления всего комплекса логистических услуг в целом [227, 232].

Таким образом, с точки зрения специфики и содержания методологии адаптивно-интегрированной логистики, теоретически можно выделить две группы взаимоувязанных задач: координация логистических систем как на микро, так и на макроуровне и дополнительным инструментарием, базирующимся на теоретических основах системного анализа, моделирования бизнес-процессов для получения синергетического эффекта.

Как можно заметить, динамика развития логистики неразрывно связана с внедрением цифровых технологий. С теоретической точки зрения здесь вполне актуальны различные сценарии цифровой трансформации логистики. Один из них коррелирует со входом на рынок новых игроков, которые являются источниками интенсификации цифрового развития отрасли, или же действующие организации выступают драйверами цифровой трансформации логистики.

Другой сценарий развития связан со входом на рынок новых продуцентов логистических услуг. Именно они будут сфокусированы на активное использование существующих цифровых технологий, таких как блокчейн, представляющей собой многофункциональную и многоуровневую систему учета активов, при использовании которой создается хронологическая цепочка блоков данных, объем которых увеличивается по мере появления новых транзакций или аналитика больших данных и прочих [147, 360].

Анализ экономической деятельности государств Евросоюза за последние десять лет показал, что основная часть финансовых средств выделяется на развитие проектов, связанных с IT-технологиями в сфере логистики. XXI век дал огромный импульс новому качественному развитию, потенциал которого определяется способностью национальных экономик преодолеть некоторый бифуркационный скачок, который образовался в результате постепенного эмпирического наслоения структурного неравновесия в экономике [8].

К 2030 году на территории ряда стран Европейского Союза

планируется построить единую логистическую информационную сеть, которая будет способствовать развитию провайдеров формата 5PL. Основную роль в их функционировании будут выполнять информационные технологии на основе искусственного интеллекта, который позволит полностью автоматизировать логистические процессы. По данным аналитического агентства «Tadvizer», к концу 2021 года в России объем рынка, связанного с применением искусственного интеллекта в промышленности, приблизится к рубежу в 380 млн долларов США. По предварительным оценкам количество промышленного оборудования, подключенного к Интернету вещей, в 2019 году составило около 1,7 млрд единиц [136].

На рисунке 17 наглядно проиллюстрированы основные направления развития технологий искусственного интеллекта, которые на данный момент уже реализуются в крупных отечественных компаниях. Руководство этих предприятий считает, что внедрение данных разработок способно существенно уменьшить затраты на обработку информации и обслуживание клиентов.

ПАО «Сбербанк», например, планирует заменить роботами около 3000 сотрудников, ПАО «Ростелеком» рассматривает вариант передачи функций подбора персонала алгоритмам искусственного интеллекта для поиска анкет соискателей и выбора кандидатов.

Таким образом, логистика взаимосвязана со множеством сфер деятельности, что ставит перед поставщиками логистических услуг новые цели, достичь которые необходимо в кратчайшие сроки для адаптации к современным условиям формирования цифровой экономики как на национальном уровне, так и в мировом масштабе. Среди самых важных задач логистических компаний можно выделить ускорение сроков оказания логистических услуг при условии поддержания приемлемой для потребителей стоимости, а также расширение территориальных границ предоставления услуг за счёт развития цифровых платформ, внедрения

цифровых инструментов на всех этапах оказания услуг, включая использование беспилотных дронов, роботизированной техники и прочее [398].

Концептуально, обозначая знаковый характер рассмотренных выше трендов, можно сделать вывод, что развитие современной логистики в среднесрочной перспективе неизбежно связано с информационно-коммуникационными технологиями. Логистические провайдеры уровня 5PL осуществляют свою деятельность с использованием Интернет-технологий.

Компания	Проект ИИ
<b>Сбербанк</b>	<p>Развивает проект iPavlov совместно с МФТИ. Система способна общаться с клиентами на естественном языке (может не только отвечать на вопросы, но и запрашивать дополнительную информацию). К 2020 г. на базе этой технологии для банка будет создана платформа DeepReply, которая позволит автоматизировать работу банка с клиентами. В период 2017-2020 гг. iPavlov получит 505,6 млн рублей, в том числе 350,3 млн в качестве субсидий из федерального бюджета по линии Национальной технологической инициативы и 155,3 млн - от частных инвесторов.</p> <p>Озвучены планы заменить 3000 сотрудников на одного робота-юриста.</p> <p>Использует МО для оценки кредитных рисков и принятия кредитных решений, противодействия мошенничеству, увеличению вторичных и кросс-продаж. Развивает ботов-интеллектуальных адвайзеров (виртуальные персональные помощники),</p> <p>Внедрена система противодействия мошенничествам (Jet Detective) и система обнаружения вторжений «Плутон».</p>
<b>Ростелеком</b>	<p>Запуск подбора персонала с помощью ИИ (анализ анкет соискателей на сайтах поиска работы и в соцсетях). Алгоритм оценивает возможных кандидатов на вакансию, предлагая до 10-15 вариантов из тех, кто прогнозируемо проработает на требуемой позиции более полугодя.</p>
<b>Ростсельмаш</b>	<p>Тестирование беспилотного трактора с системой компьютерного зрения (Cognitive Technologies).</p>
<b>МТС</b>	<p>Создание системы персональных рекомендаций и формирование предложения до обращения абонента.</p> <p>Прогнозирование посещаемости розничных точек с применением ML позволило на 15% сократить фонд рабочего времени и повысить качество обслуживания.</p>
<b>Мегафон</b>	<p>ML помогает корректировать расположение и график работы розничных салонов, а также управлять ассортиментом каждого, с учетом потребностей жителей района.</p> <p>Запущен виртуальный помощник Елена (может ответить на вопрос, дать справку или выполнить несложную операцию). Робот поддерживает до 60 разных тем.</p>

Рисунок 11 - Проекты внедрения ИИ и машинного обучения в российском бизнесе [136]

Теоретические изыскания в вопросах разработки методологии адаптивно-интегрированной логистики позволят не только уточнить понятийный аппарат исследуемой области, но и вывести логистику на новый уровень развития, где основная роль будет за машинными технологиями:

машинным обучением, нейронными сетями, искусственным интеллектом и другими. Место и функционал Человека при принятии решений постоянно будет уточняться с учетом интеллектуальной составляющей автоматизированных комплексов, что позволит сформировать новую концепцию полезности. Соответственно, будут снижаться негативные последствия влияния человеческого фактора, а также уменьшаться время принятия решения на основе машинных алгоритмов.

## Выводы по второй главе

Вторая глава посвящена поиску новых методов, обеспечивающих рост конкурентоспособности логистических провайдеров в условиях цифровизации экономики страны. Их базис-комплексное использование интеллектуальных информационно-коммуникационных технологий, позволяющих в автоматизированном режиме заниматься мониторингом конкурентной среды, анализировать и выявлять причины возникновения рискованных ситуаций, которые продуцируют мощную инерцию переноса накопившихся сегодня макроэкономических сложностей в будущее, что, в свою очередь, является одним из источников информации для принятия управленческих решений и выработки необходимых рекомендаций.

Рассмотрена существующая классификация информационных потоков, сделан подробный анализ, позволивший внести новые классификационные признаки. Уточнён понятийный аппарат потоковой теории логистики, впервые введён термин – «компланарные потоки» с учётом их экономической сущности.

Таким образом, логистика в современных условиях не может существовать без качественного информационно-технологического обеспечения, целый спектр видов деятельности предприятия перевели частично либо полностью в виртуальное пространство, имея в сети Интернет собственное виртуальное представительство. Это, несомненно, вносит определённую специфику на конфигурацию логистических потоков.



## **Глава 3. Основы методологии развития адаптивно-интегрированной логистики**

### **3.1. Анализ современных логистических концепций**

В условиях глобализации и одновременной смены экономических укладов возникает вопрос о роли логистики в современном постиндустриальном обществе и дальнейшем её развитии. При выросших возможностях науки и техники практически любой продукт может быть скопирован и произведён через три – шесть месяцев после его выхода на рынок. Защитой от таких действий помимо законодательной базы должны быть рыночные механизмы, то есть экономически невыгодно было бы производить новый товар конкурентам. В данном вопросе основная задача сводится к уменьшению затрат на производство, продвижение и распространение готового продукта. А это сфера рассмотрения, несомненно, логистики.

Несмотря на то, что логистика давно использовалась человечеством и ассоциировалась с военным делом, широкое распространение получила во второй половине XX века в связи с бурным ростом промышленности, построением индустриального общества. Предприниматели применяли полученные знания практически во всех отраслях.

Именно этим объясняется такое многообразие трудов по логистике и более 140 определений самого термина «логистика», которые раскрывают её особенности и экономическую сущность. Вышеизложенное наглядно свидетельствует о необходимости переосмысления и уточнения существующего понятийного аппарата с учётом логики развития современного общества. Причём каждому этапу формирования экономического уклада соответствует определённая концепция логистики.

Согласно логики повествования имеет смысл рассмотреть основные из них, которые нашли наиболее широкое применение в практической деятельности ряда отечественных и зарубежных компаний.

Опираясь на принципы логистики, можно сделать вывод, что основа конкурентоспособности современных бизнес-структур, а именно производство, снабжение и сбыт, базируются:

- во-первых, на минимальном количестве запасов материалов, сырья, готовой продукции на складах;
- во-вторых, своевременности доставки как для загрузки производственного цикла, так и клиентам.

Идеальный вариант, с точки зрения логистики, это наличие “нулевых” запасов. Однако в действительности добиться таких результатов не удаётся. Например, для экономической деятельности организации необходимы резервные запасы, которые обеспечат устойчивое функционирование бизнес-процессов, с одной стороны, и относительную независимость от внешних поставщиков с другой. Интерес к данному инструментарию вызван тем, что значительное сокращение запасов является надёжной платформой для сокращения затрат во всей логистической цепи в целом.

В пятидесятые годы прошлого века появилась оригинальная концепция управления производственным предприятием «Бережливое производство», которое базируется на постоянном стремлении к уменьшению или полному устранению всех видов потерь. Основоположником её считают японского инженера Тайити Оно, разработавшего его для компании «Тойота». Сущность концепции заключалась в активном участии каждого сотрудника в оптимизации бизнес-процесса предприятия с фокусом максимального удовлетворения потребностей клиента.

Если на первом этапе рассматриваемая концепция внедрялась в отраслях с дискретным производством, то следующим шагом стала её адаптация к требованиям процессного производства. Затем постулаты «бережливого производства» заняли надёжное место в торговле, сфере услуг, ЖКХ и в других видах хозяйственной деятельности. Для логистики данная концепция трансформировалась в «Бережливую логистику». Под этим понятием подразумевается вытягивающая система логистики. Её

особенность заключается в объединении всей цепи поставщиков, которые непосредственно участвуют в потоке создания ценности. Частичное пополнение запасов осуществляется небольшими партиями. Для оценки такой системы был введён новый показатель – совокупная логистическая стоимость.

В начале XXI века довольно успешно реализовывалась идея комплексного применения концепций «бережливое производство» и «шести сигм». Последняя подразумевает непрерывное повышение качества каждого из процессов.

Делом в том, что эффективное применение инструментария сокращения запасов как системы, прежде всего базируется на преобразовании параметров полного комплекса взаимосвязанных процессов, которые обеспечивают производство, а именно:

- транспортировка,
- складирование,
- закупка,
- сбыт.

В современных условиях, чтобы успешно внедрить данные изменения, требуются масштабные инвестиции. Стоит подчеркнуть, что при успешном внедрении организацией системы сокращения затрат, инвестиции достаточно быстро окупаются в процессе хозяйственной деятельности. Одной из востребованных на рынке логистических систем, которая нашла широкое применение в России и в экономике зарубежных стран, является система Kanban.

Впервые она была разработана в компании "Toyota Motor Corporation" в Японии, а в 1972 году внедрена на заводе «Такахама» (г. Нагоя, Япония). Экономическая сущность системы Kanban состоит в организации непрерывно-поточного производства таким образом, что быстро перестроить производство можно без больших запасов материалов и комплектующих средств. Это достигается путём снабжения материальными ресурсами

подразделений компании в том объёме и в тот период времени, имеющем необходимость для выполнения заказа. Этот заказ в свою очередь сформирован структурным подразделением, которое выполняет последующий производственный этап или упаковывает готовую продукцию. Таким образом, структурные подразделения корпорации не имеют общего жесткого графика производства. Их основная задача заключается в организации выполнения в полном объёме заказа, который следует в технологическом цикле после предыдущего на рассматриваемом участке.

Стоит заметить, что основным потоком здесь является материальный, а информационный играет роль вспомогательного, но благодаря ему достигается функционирование системы. Само название системы в переводе с японского языка происходит от слова карточка. Основу системы составляют карточки, которые являются носителями определённой информации о количестве произведённой, а также потреблённой продукции в каждый реальный временной интервал. Кроме карточек носителями информации в рамках данной системы являются графики (поставок сырья, комплектующих, производственные, транспортные) и технологические карты, системы контроля качества продукции и другие. Таким образом, масштабное практическое внедрение системы Kanban стало возможным благодаря управлению взаимодействием материальных и информационных потоков, а это привело:

- a. к повышению качества выпускаемого продукта в целом, потому что качество каждого элемента проверяется непременно на месте его изготовления,
- b. к ускорению оборачиваемости оборотного капитала компании за счёт сокращения цикла: снабжение-производство-сбыт,
- c. к снижению себестоимости продукции за счёт сокращения запасов на складах и уменьшения незавершённого производства.

Несмотря на многие положительные стороны концепции Kanban, стоит отметить и её ограниченность в применении, которая вызвана спецификой

производства: короткий производственный цикл или существует непрерывно-поточное производство [74, 147, 164, 361].

В рамках проблематики настоящего исследования целесообразно рассмотреть ещё одну логистическую концепцию, которая появилась в Японии ранее системы Kanban. Называется «точно в срок» (JIT)<sup>7</sup> и охватывает вопросы планирования производства и снабжения. Суть данной концепции в следующем: полностью отказаться от любого вида запасов, которые необходимы для организации функционирования промышленного производства. Следующий этап, отказаться от запасов в дистрибьюции. Концепция «точно в срок» базируется на предположении: если составлено производственное расписание, то есть высокая вероятность организации движения материальных потоков с учётом всех нюансов. Таким образом, сырьё, детали, компоненты, сборочные узлы будут поступать согласно принципам логистики: в необходимом количестве, в определенное место, в назначенное время. Это позволит обеспечить процесс сборки или производства без перерыва, вынужденных простоев.

Вполне допустимо, что при организации экономической деятельности по правилам, указанным выше, запасы в качестве резерва содержать на предприятии не надо. Следствием этого, становится весьма значительное сокращение затрат, связанных с хранением, учётом, оплатой резервных запасов, что приводит к уменьшению производственных издержек.

Кроме того, особенность концепции «точно в срок» заключается в высокой организации обратной связи с потребителями готовой продукции, которая опирается не на резервные запасы, а на производственные мощности. У компании должна быть возможность использовать текущие материалы и произвести готовую продукцию, так сказать, непосредственно «с колес».

Без наличия резервных запасов материальных ресурсов организация бизнес-процессов и управление производством в целом должны быть точно

---

<sup>7</sup> JIT (Just in time - англ. яз.) – точно в срок

спланированы и высоко организованны. Дело в том, что практически любой резервный запас позволяет уменьшить ошибки в организации производства, скрывает недостатки, сокращает простои. Следует подчеркнуть, что поступающие материальные ресурсы “с колес”, априори должны быть заданного качества. Понятие «брак» в концепции «точно в срок» в принципе не рассматривается. Это накладывает определённые требования к поставщикам, которые должны быть надёжными и заинтересованы в общем конечном результате.

Однако, несмотря на достаточно успешное применение концепции ЛТ на ряде предприятий, стоит подчеркнуть её ограниченность в применении. Данная система устойчиво функционирует в рамках организаций, имеющих производство короткого цикла, и выпускает партии готовой продукции небольшими объемами. Это необходимые условия, при которых есть возможность добиться синхронизации всех видов работ, начиная от подготовительных, сборочных и заканчивая упаковочными. Для внедрения такого алгоритма в производство на практике требуется кардинальное изменение во всей работе организации.

Тем не менее, концепция «точно в срок» оказала прогрессивное влияние на принципы управления производством. Основные из них связаны с трансформацией плановых заданий. Центральный орган планирования компании назначает плановые задания не всем структурным подразделениям, а конкретно - складу готовой продукции, который выдаёт задание упаковочному подразделению о необходимости в определённое время отгрузить на склад определённый объём готовой продукции, далее выдаётся задание сборочному цеху и в такой последовательности всем задействованным подразделениям по всей цепи поставок [111, 147, 188, 287].

Анализ данных экономической деятельности европейских компаний показывает положительную динамику от внедрения в производство концепции “точно в срок” и характеризуется следующими значениями:

- сокращение запасов незавершенного производства на 80%;
- уменьшение запасов готовой продукции на 30%;
- сокращение времени производственного цикла на 40%;
- уменьшение издержек производства до 20%;
- сокращение запасов материальных ресурсов в 7 раз.

Более широкое распространение, чем концепции "Канбан", "Точно в срок", получила логистическая система управления производством, а именно MRP<sup>8</sup> "Планирования потребностей в материалах/производственного планирования/ресурсов".

Суть её заключается в следующем, заранее планируются логически связанные между собой процедуры, тем самым они вместо производственного расписания создают последовательную цепь требований, которые синхронизированы. Эти требования в свою очередь покрываются точным количеством сборочных деталей, комплектующих, других материалов, которые необходимы в процессе производства исполнения установленного расписания. Стоит отметить, что система планирования потребностей в материалах/производственного планирования/ресурсов достаточно гибкая, и предоставляет возможность хозяину бизнес-процесса переформатировать последовательности "требований" в случаях поступивших изменений по трём направлениям:

- в производственном расписании;
- в параметрах продукции;
- в структуре запасов.

Анализ функционирования системы MRP показал, что управление запасами материалов и готовой продукции стало возможным благодаря внедрению в хозяйственную деятельность организаций быстродействующих компьютеров, соответствующего программного обеспечения. Дальнейшая

---

<sup>8</sup>MRP (materials/manufacturing requirements/resours planning – англ.яз) - планирования потребностей в материалах/производственного планирования/ресурсов

модернизация системы “Планирования потребностей в материалах/производственного планирования/ресурсов” привела к созданию MRP-I и MRP-II соответственно.

MRP-I представляет собой совокупность логически связанных процедур, правил, требований, которые транслируют производственное расписание в последовательную цепь требований, которые синхронизированы. Эти требования имеют покрытие точным количеством сборочных деталей, комплектующих, других материалов для каждого компонента производства. Наряду с несомненными достоинствами системы MRP-I такими как:

- обеспечение потребности в материалах, производственных компонентах для изготовления продукции;
- организация доставки готовой продукции клиенту;
- сохранение низкого уровня запасов материальных ресурсов, готовой продукции;
- планирования производственных операций, а также закупки материальных ресурсов и доставки готовой продукции.

Системы MRP-I не предназначены для планирования загрузки производственных мощностей, что существенно понижает их порог применения. Следствием этого, стало создание системы MRP-II с наличием функционала планирования производственных мощностей и трудовых ресурсов. Более того, рассматриваемая система может рассчитать варианты размещения заказов на материальные ресурсы с контролем закупок, выдавать рекомендации по графику выпуска готовой продукции. Причём система работает в режиме онлайн с обновлением баз данных, благодаря встроенному программному блоку, который выдаёт информацию об объеме незавершенного производства. Все эти указанные инновации повысили эффективность планирования производства и управления материальными потоками как внутри организации, так во взаимодействии с поставщиками, клиентами [30, 188, 292, 361].



Проанализировав достоинства и недостатки вышеуказанных систем, стоит отметить два важных момента. Первый, необходимость адаптации системы под конкретные задачи и цели производства и возможности сопряжения с действующей компьютерной сетью предприятия. Второй, системы не дают готовые решения, а предлагают различные варианты для руководства.

Следующим важным этапом было создание “Система планирования распределения продукции” DRP-II<sup>9</sup>. Сохраняя все операционные возможности системы производственного планирования, она учитывает не только производственное расписание конкретной организации. Приоритетом для неё является потребительский спрос. В рыночных условиях невозможно точно прогнозировать спрос, присутствует обязательная вероятностная ошибка, что приводит к ненадёжности полученных результатов, с одной стороны. С другой, система планирования дистрибьюции достаточно точно определяет и контролирует запасы продукции на складах производителя, посредников, на собственных складах, в товаропроводящей сети. Результатом её функционирования становится расписание поставок, пополнения резервных запасов по всей распределительной сети.

Вышеуказанные концепции заложили фундамент для применения идей систем MRP к построению систем управления всей организацией в целом.

Речь идёт о создании и внедрении в повседневную деятельность организаций системы планирования и управления ресурсами предприятия ERP<sup>10</sup>, которая охватывает все функциональные и производственные подразделения предприятия и которая сфокусирована на непрерывное поддержание баланса и оптимизации ресурсов компании, используя интегрированный пакет программного обеспечения.

Вполне естественно, что в практической деятельности организации

---

<sup>9</sup>DRP-II (distribution requirements/resours planning - англ. яз.) - система планирования распределения продукции

<sup>10</sup>ERP (enterprises resours planning – англ.яз) - планирование ресурсов предприятия

применяются самые различные концепции или их сочетание, модернизируются и подстраиваются под конкретные задачи компании в условиях рынка. Главный принцип их использования – это эффективность на практике: если применение той или иной концепции принесло рост доходов организации при сокращении суммарных издержек, то эта концепция и будет оптимальной в данный период развития компании [12, 164, 361].

В рамках проблематики настоящего исследования целесообразно отметить общие черты этих концепций. Все они рассматривают взаимосвязи и взаимодействие отдельных потоков: материальных, информационных, финансовых. Меняются их параметрические характеристики. Например, в системе Канбан для передачи информации применяли карточки, в MRP программное обеспечение и технические средства создавали и контролировали информационный поток, то есть различные среды – материальные товары и информационное пространство. Однако за последние десятилетия ситуация кардинально поменялась. Появилось новое понятие «виртуальное пространство» со своими закономерностями, правилами, специфическим программным обеспечением. Главной движущей силой здесь является информация. На фоне постоянного использования этого термина, само понятие информации остаётся одним из самых дискуссионных не только в экономике, но и в науке в целом. По мнению ряда учёных, в частности академика Н. Н. Моисеева, такое разнообразие определений свидетельствует о широте этого понятия, поэтому на сегодняшний день нет всеми признанного однозначного определения термина «информация». В зависимости от области применения термин приобретает те или иные характерные оттенки. В информатике, кибернетике, логистике довольно часто информация ассоциируется с данными. Эта тенденция приняла устойчивый характер в условиях массовой цифровизации различных отраслей народного хозяйства.

Вопросы о необходимости более широкого применения информационных технологий в производстве нашли своё отражение в

формировании методологии адаптивно-интегрированной логистики.

**Четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0).** Это не новые технологии, а скорее кардинально обновлённый подход к определению свойств вещей, методам их производства и потребления, что неразрывно связано с внедрением стратегии превращения производственных предприятий страны в «умные» предприятия. Компании переходят на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое искусственным интеллектом, которое благодаря сетевому построению взаимодействует с внешней средой в режиме онлайн.

Одним из основоположников концепции Индустрия 4.0 является немецкая академия «Acatech», которая предполагает развитие киберфизических платформ в ближайшем будущем. Состоять они будут из трёх глобальных технологий:

- интернет вещей,
- интернет сервисов,
- интернет людей.

Несомненно, такое построение киберпространства изменит вектор взаимодействия клиентов (потребителей товаров, услуг) и организаций (производителей товаров, продуцентов услуг). Например, технология блокчейн, в которой участники сети проверяют и разрешают транзакции, прежде чем они будут исполнены, так сказать трастовые транзакции. Доверие встроено в протокол сети. Таким образом, участникам не нужен определённый субъект (посредник), выступающий гарантом соблюдения установленных правил. Это позволяет заключать контракты практически с любыми активами. Еще один пример таких технологий – это технология распределенных одноранговых ячеистых сетей Mesh, особенностью которых является взаимодействие сетевых устройств по принципу «каждый-с-каждым», что позволит реализовать децентрализованное управление локальными устройствами, снизив тем самым нагрузку на центральный сервер при выполнении повседневных задач, но, вместе с тем, обеспечивать

необходимый уровень управления и контроля. Каждое из устройств может быть одновременно клиентом и немного сервером [53, 91, 157, 331, 353]. Совместно с технологией интернета вещей это позволит обеспечить логистические процессы мощной технологической поддержкой со сквозным управлением как самими устройствами, так и процессами.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что несмотря на масштабность и успешность применения устоявшихся концепций, пришло время пересмотреть сложившиеся методы управления информационными потоками и разработать новую методологию развития логистики, которая на базе действующих концепций впитает в себя их положительные черты, предложит оригинальные подходы и методы к управлению потоковыми процессами в виртуальном пространстве.

### **3.2. Понятие и экономическая сущность адаптивно-интегрированной логистики**

В современных условиях весьма актуальна задача по повышению экономической эффективности отечественных бизнес структур. В первую очередь это связано с ухудшением макроэкономической ситуации на фоне усиления санкционного давления со стороны развитых стран, снижением инвестиционной привлекательности России. Следующим немаловажным фактором является формирование виртуального пространства как нового компонента инфраструктуры, что, естественно, приводит к усложнению взаимодействия между поставщиками и потребителями, между самими крупными рыночными игроками.

В таких условиях организация не имеет полноценной возможности для увеличения доходной составляющей коммерческой деятельности за счёт максимизации объемов продаж на высококонкурентных рынках. Более того, из-за открытости экономики и процессов глобализации многие рынки достигли уровня насыщения. Соответственно практически единственно грамотным решением по увеличению доходности (или поддержании её на

стабильном уровне) остаётся выполнение комплекса мероприятий по повышению операционной эффективности функционирования компании, то есть сокращение совокупных затрат. Значительную долю в них составляют логистические затраты. Таким образом, детальный анализ, оценка и оптимизация логистического взаимодействия как внутри компании, так и с внешними агентами, партнёрами, участниками цепей поставок могут значительно повысить результативность всего бизнеса в целом.

Один из вариантов решения проблемы координации и взаимодействия со всеми заинтересованными сторонами, который активно обсуждается в научных кругах, лежит в плоскости трансформации управления организацией. Логика развития экономической науки свидетельствует о необходимости перехода от функционального подхода в современных условиях к процессному. Главная особенность которого заключается в возможности адекватной оценки в рамках каждой функции не только продуктивности, но также эффективности всей системы в комплексе. С позиции управления в процессном подходе выделяют восемь основных бизнес-процессов, которые проиллюстрированы на рисунке 18. Эти процессы охватывают всю хозяйственную деятельность организации. Первый блок определяет функционал «компания – клиент»:

- управление взаимоотношениями с клиентами;
- управление выполнением заказов.

Блок операционного функционала:

- управление логистическим сервисом;
- управление производством и операциями;
- управление возвратными материальными потоками.

Третий блок взаимодействием с поставщиками:

- управление взаимоотношениями с поставщиками.

Блок маркетинга и НИОКР:

- управление спросом;

- управление разработкой продукта и доведением его до коммерческого использования [392].

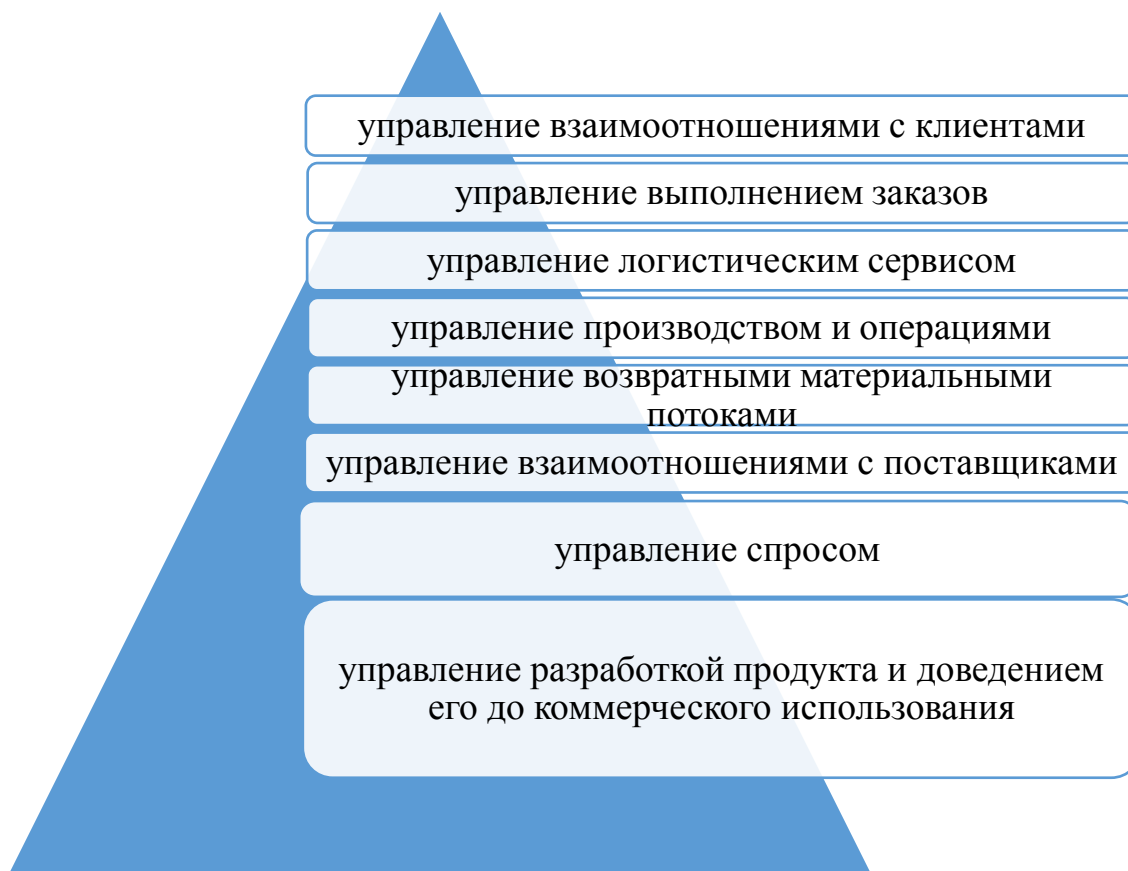


Рисунок 12 - Основные бизнес-процессы по управлению цепями поставок (процессный подход)

Кроме того, развитие виртуальной среды подтолкнуло ряд крупных отечественных игроков плотно заняться Интернет-торговлей товарами и услугами помимо своей основной деятельности. Например, розничные сети. Наряду с супермаркетами они открыли собственные интернет-магазины по продаже товаров с доставкой потребителю, тем самым уменьшая цену для клиента за счёт сокращения издержек, связанных с полным циклом реализацией товара в розницу, но сохраняя свой маржинальный доход. Причём высокий уровень качества есть не только у предоставляемого товара, но и у обслуживания: приём заказа, доставка товаров, обратная связь.

Таким образом, на рынке появляются новые игроки, растёт их

количество, возрастают требования к качеству обслуживания, что приводит к усложнению взаимосвязей между участниками рыночного взаимодействия. Вследствие этого происходит постоянная смена центров влияния от поставщиков к потребителям и наоборот. Для успешного функционирования в таких условиях необходимо иметь постоянную логистическую поддержку, которая может учитывать текущие изменения и адаптироваться к ним. Функция адаптивности реализуется посредством наличия обратных связей в информационном пространстве, нейронных сетей и методов теории нечётких множеств.

Кроме того, для решения поставленных задач целесообразно организовывать доверительное сотрудничество для взаимодействующих сторон.

Это повысит конкурентность не только участников таких альянсов и снизит возникающие риски, но и позволит оптимизировать структуру затрат, унифицировать бизнес-процессы, а в некоторых ситуациях передать на аутсорсинг непрофильные виды деятельности компаний.

Одним из ключевых этапов реализации программ, связанных со стратегическим партнерством, является расширение потенциальных возможностей в сфере применения информационно-коммуникационных технологий: сопряжение технического оборудования, программного обеспечения, создание общих баз данных клиентов. Стоит подчеркнуть, что такая тесная координация прежде всего отразится на росте операционной эффективности в рамках логистической составляющей хозяйственной деятельности организаций, участвующих в данном процессе. Исходя из того, что драйвером экономической эффективности предприятия является коммерческая функция, а логистика по определению относится к центру затрат, можно предположить изменение данного постулата. Применяя процессный подход, компании переводят логистику в центр формирования прибыли, который создаёт ценность для клиента [223, 240].

В рамках проблематики настоящего исследования целесообразно

отметить, что старые подходы мешают развивать новую практику. В условиях клиентоориентированности недостаточно знать о потребностях клиента иметь конкретный уровень логистического сервиса, но необходимо понимать потенциальные возможности организации этот уровень предоставить. Таких целей позволяет достигать интеграция.

Таким образом, следующий этап развития логистики после цепей поставок, который проходит на основе концепции создания потребительской ценности, неразрывно связан с логистикой сетей (сетевой логистикой). В настоящее время его можно считать наивысшим уровнем развития логистики. Опираясь на концепцию создания потребительской ценности, он переходит от линейных взаимодействий участников цепей поставок к более многогранным: пересечению, объединению, созданию дополнительных сетей за счёт аффилированных бизнес структур и всех заинтересованных сторон. По мнению учёного-экономиста Щербакова В. В. появляется интегрированная модель «сеть сетей» [312]. Для определения условий построения и функционирования сетей как единым целым в информационно-коммуникационном пространстве с учётом процессного подхода и наличия хозяйственных связей разработаны основы методологии адаптивно-интеграционной логистики.

В контексте исследования потенциальных возможностей построения сети можно сделать вывод, что ключевыми являются четыре бизнес-процесса, оказывающие первостепенное воздействие на построение устойчивой структуры сети, а именно управление:

- взаимоотношениями с клиентами;
- логистическим сервисом;
- спросом;
- выполнением заказов клиентов.

На первом этапе необходимо создать структуры для развития потребителей товаров, услуг с наличием функции управления ими – эти задачи возложены на процесс управление взаимоотношениями с клиентами



[393].

Следующий немаловажный шаг заключается в создании и поддержании деловой репутации организации в глазах всех заинтересованных сторон, который базируется на доступности товарной линейки, соблюдении заявленных сроков поставок, точном уведомлении клиентов о статусе заказов - эти задачи решаются в процессе обслуживания клиентов. Иными словами, рассматриваемый процесс есть администрирование соглашений по товарам и услугам, которые определены в рамках управления взаимоотношениями с клиентами.

Управление спросом – это важный фактор оптимизации совокупных логистических затрат на фоне роста качества логистического сервиса. Достичь высоких показателей в данном вопросе возможно за счёт операционного планирования, которое представляет собой совокупность соглашений по продуктам, сервису, и позволяет в режиме онлайн найти баланс между требованиями клиентов и возможностями предприятия». Достигается выполнением комплекса организационно-экономических мероприятий по привлечению специалистов компании из отделов: закупок, производства и распределения [387, 391].

Особо надо отметить необходимость разработки резервного плана по минимизации рисков, связанных с нарушением операционной деятельности компании.

Управление выполнением заказов – важный компонент системной координации между подразделениями внутри компании, между участниками цепи поставок, а также организации процедуры соблюдения требований клиентов в соответствии с их ожиданиями [396, 420].

На данном этапе рассматривают два уровня стратегический и оперативный. На стратегическом уровне проводится маркетинговый анализ, выделяются целевые группы, даётся оценка возможностей цепи поставок по обслуживанию различных категорий клиентов. Проанализировав полученные данные, вырабатывается свод требований к функционированию

рассматриваемого процесса на операционном уровне, что позволяет оценить возможности логистической сети. Полученный результат определит дальнейший план действий: надо ли реорганизовывать логистическую сеть, есть ли в ней области дивергенции. Вышеизложенные методы позволят уменьшить логистические затраты на 11-12%, так как конфигурация структуры сети распределения влияет на 80% совокупных логистических затрат [392, 420].

Следующий шаг – непосредственное планирование процесса выполнения заказов, определение ключевых параметров оценки его эффективности.

Современная концепция интегрированной логистики основывается на SCOR<sup>11</sup>-модели управления цепями поставок, которые позволяют объединять различные по природе информационные системы в единую интегрированную цепь поставок и организовать управление бизнес-процессами по унифицированным правилам. При этом происходит образование не только единого информационного пространства, но и единого пространства бизнес-функций.

Развитие интеллектуальных технологий и внедрение их в различные бизнес-процессы позволяет добавить «умную» составляющую при выполнении бизнес-процессов в виртуальном пространстве. Виртуализация позволяет их автоматизировать и разгрузить персонал при обработке больших объемов информации и при подготовке ответственных управленческих решений.

Виртуализация логистического пространства – это не просто объединение веб-страниц различных участников логистического рынка, это также консолидация логистических потоков в виртуальных логистических центрах (VLC), которые выполняют функции координации логистических потоков и поддержки фрахтования различного транспорта. Развитие

---

<sup>11</sup>SCOR - Supply Chain Operations Reference model, англ.яз.

информационных технологий неизменно способствует развитию логистических провайдеров, которые в данном случае будут соответствовать всем особенностям провайдера уровня 5PL [123, 233].

Основные преимущества и недостатки при переходе на виртуальные взаимоотношения:

Преимущества:

- данные предоставляются в режиме online (мгновенно);
- удобство выбора и фрагования транспорта;
- большое количество предложений и широкий выбор вариантов.

Недостатки:

- сложно работать с большими объемами информации;
- сложно искать подходящие варианты из-за разнородной структуры данных;
- информационная перегруженность персонала;
- отсутствие гарантий исполнения заказа.

Виртуализация логистических взаимоотношений выводит на первый план такие понятия, как виртуальный продукт, виртуальная услуга и виртуальное транспортно-логистическое пространство. Все понятия объединяются одним важным свойством – это ограничение виртуальным пространством, то есть именно в данном случае абсолютно все операции осуществляются в информационном пространстве.

Однако, у интегрированной концепции логистики все же есть существенный недостаток – это отсутствие адаптивной обратной связи, которая добавляет возможность автоматической подстройки параметров информационных потоков таким образом, чтобы обеспечить мгновенное реагирование на любые изменения информационной среды единого информационного пространства, которое можно рассматривать как логическое развитие теории логистического поля.

Интеграция процессов логистической цепи, согласно концепции SCM, предполагает объединение минимум трех участников: клиент (рассматриваемая компания), поставщик и потребитель данной фирмы, которая позволяет выполнять координацию бизнес-процессов, операций и различных функций с целью минимизации внутренних издержек каждого участника логистических взаимоотношений. При этом каждый из участников вносит определенный вклад в функционирование глобальной логистической цепи. Сбой у любого участника вызывает сбой во всей цепи. Для обеспечения надежности всей цепи необходимо обеспечить, как минимум, соответствие уровней организационной зрелости всех фирм – участников цепи. При этом предполагается применение единых подходов в управлении, со схожим функционалом информационных систем, которые позволят провести интеграцию их между собой. Разброс в организационной зрелости участников будет приводить к сбоям функционирования глобальной логистической цепи, либо само формирование такой цепи станет невозможным.

Важной особенностью при реализации адаптивности глобальной цепи поставок является итерационный подход на основе методики управления качеством Деминга-Шухардта (цикл PDCA), который позволяет управлять реагированием на каждую итерацию цикла. В разработанной методологии данный механизм реализуется посредством мета-данных информационных сообщений, которые автоматически в режиме реального времени изменяются в соответствии с заложенными алгоритмами по управлению компланарными потоками. В таком случае каждая последующая итерация выполняется с заведомо более высоким уровнем качества, нежели предыдущая.

Заключительным этапом станет получение самоадаптирующейся системы, которая в автоматическом режиме непрерывно анализирует входные параметры компланарных потоков, вырабатывает оптимальные параметры для следующей итерации и сохраняет их в блоках мета данных самих информационных сообщений. На основе этих мета данных строятся

новые зависимости для корректировки бизнес-процессов всех участников логистической цепи, которых затронут данные изменения.

Для повышения качества адаптивно-интегрированной логистической цепи поставок необходимо не только интегрировать информационные системы фирм-участников, но и подключить внешние источники информации для непрерывной актуализации данных при помощи специализированных программных сканеров (парсеров), которые автоматически получают необходимую информацию из банков данных, справочно-правовых систем, VLC-агрегаторов и т.д.

Методологическая поддержка адаптивно-интегрированной логистики использует идеологию CALS-методологии (Continuous Acquisition and Life cycle Support) для непрерывной поддержки поставок и жизненного цикла изделий.

Референтная модель SCOR как межотраслевой стандарт содержит готовый набор бизнес-правил и типовых процессов, которые любая фирма может взять за основу при разработке собственной модели процессов. Наличие вертикальных и горизонтальных связей позволит выполнить объединение различных аспектов логистической деятельности в рамках глобальной цепи поставок.

Современные информационные системы (ERP, CRM, SCM, PLM и др.) содержат вертикальные обратные связи, которые позволяют управлять бизнес-процессами в рамках одного предприятия, но этого явно недостаточно для проектирования общих цепей поставок. Подобный функционал возможно реализовать лишь при наличии горизонтальных обратных связей. При этом каждое из предприятий продолжит работу с использованием вертикальных связей, но для каждого уровня появится горизонтальная связь, которая показана на рисунке 19.

При этом вертикальные связи в информационных системах обеспечиваются в соответствии с принципом PDCA, а логистические потоки – по принципу Plan, Source, Make, Deliver, Return (Планирование, Снабжение,

Производство, Доставка, Возвратные потоки), в соответствии с моделью интегрированной концепции SCOR.

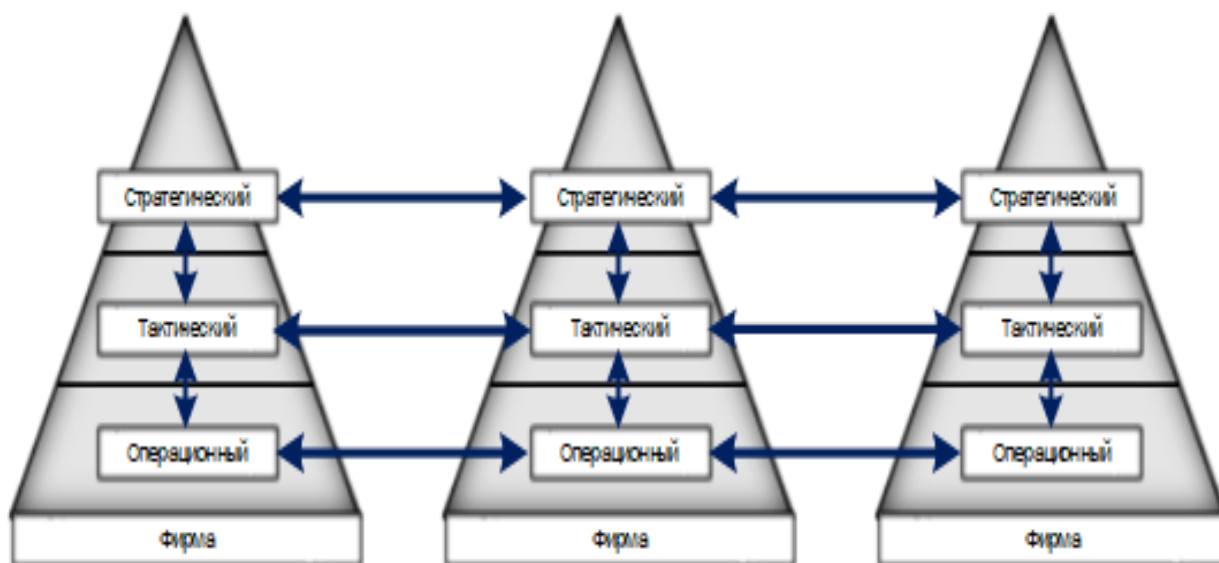


Рисунок 13 - Реализация связей в глобальной цепи поставок

Согласно логике исследования, следующим этапом показано расширение цепи поставок на одно звено в каждую сторону. Это приводит к усложнению взаимодействия: у поставщика появляется свой поставщик, а у покупателя свой покупатель. Каждое из предприятий в этой цепи может относиться к разным отраслям, но при этом у каждого присутствует внутренняя вертикальная обратная связь. По горизонтальным связям происходит интеграция строго по уровням, то есть стратегический уровень одного предприятия получает информацию о стратегических целях другого, а операционный уровень одного получает информацию об операциях другого.

Таким образом, общее количество сценариев развития событий при проектировании логистических потоков в этом случае существенно увеличивается, что приводит к усложнению всей системы управления в целом. На рисунке 20 схематически представлен механизм формирования компланарных потоков, который наглядно показывает многочисленность

связей и возможностей для роста количества участников рассматриваемого процесса.

Однако в действительности все может обстоять гораздо сложнее. Цепочка взаимоотношений может вырасти в любую сторону. У каждого из поставщиков может быть не один, а целая сеть поставщиков, у каждого из них своя сеть и далее. Точно так же могут вырасти цепи в сторону потребителей. Потребитель одного может быть потребителем другого, а у потребителя фирмы может быть свой потребитель. В результате общая картина может быть такой, как на рисунке 20, на котором цветные толстые стрелки обозначают основные взаимоотношения между поставщиками и потребителями. Поскольку один поставщик может быть одновременно поставщиком второго, третьего и n-ого потребителя, то эти связи также необходимо учитывать.

Тонкие черные стрелки обозначают различные комбинации взаимоотношений клиента с «чужими» поставщиками и потребителями. Каждая из этих связей имеет свою значимость, которую можно обозначить через вес, по аналогии с теорией графов. В итоге получается довольно запутанная «паутина» связей, вид которой уже на этом этапе напоминает нейронную сеть со структурой послойных связей «каждый-с-каждым» на каждом из слоев.

Особо стоит подчеркнуть тот факт, что чтобы в этом скоплении фирм получилось выстраивать глобальные цепи поставок при постоянно меняющихся входных данных, необходима качественная автоматизация как можно большего количества бизнес-процессов. Поскольку центром данной цепи поставок является фирма-клиент логистического провайдера, а центром управления всей цепью поставок является информационная система самого логистического провайдера, то применяться эта схема может к любому предприятию простым смещением двух центров: центрального звена цепи и центра управления цепью поставок. При этом все принципы и алгоритмы маршрутизации потоков сохраняются.





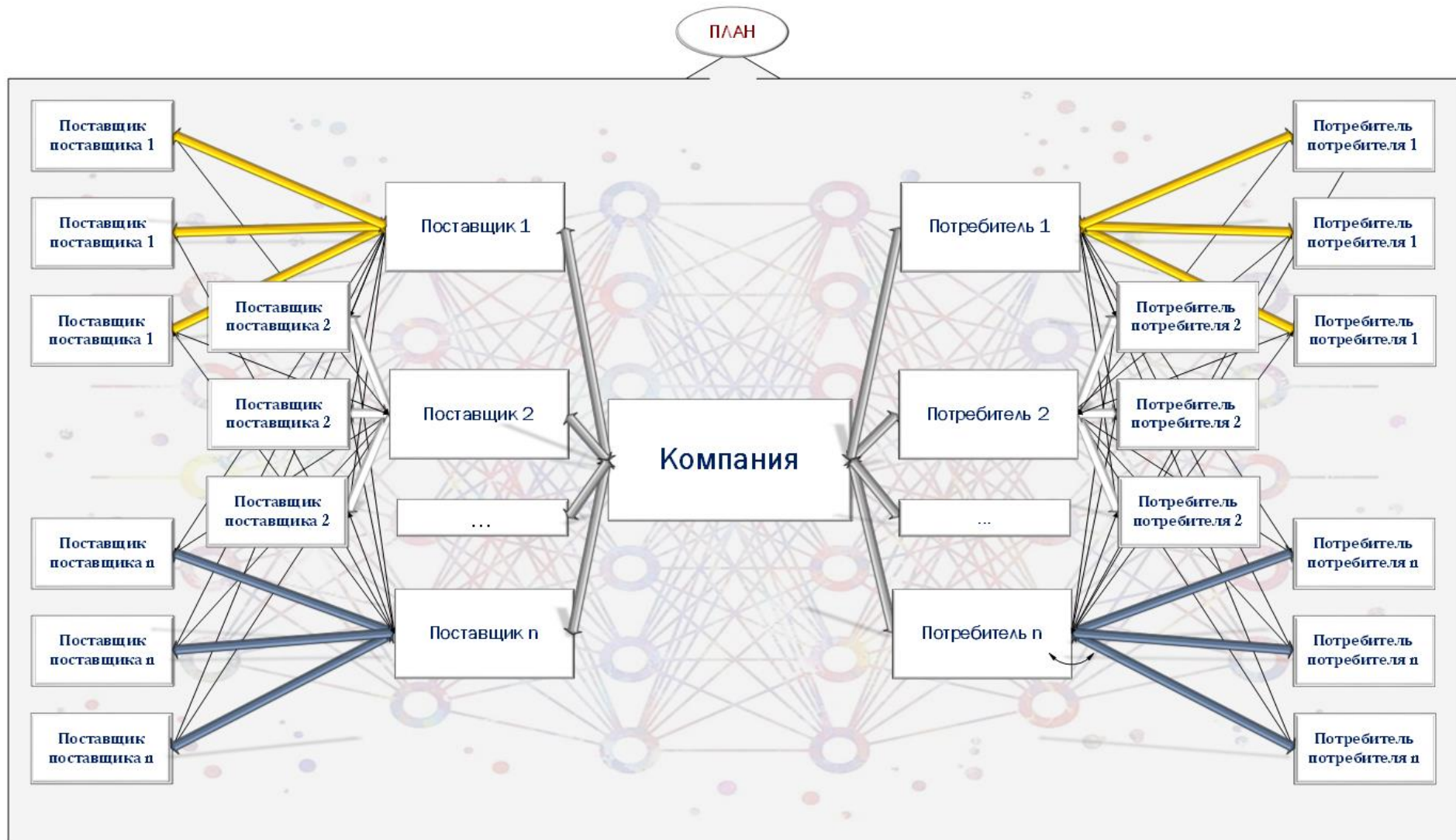


Рисунок 20 – Механизм формирования компланарных потоков

В рамках теории стоит отметить, что в адаптивно-интегрированной логистике все информационные сообщения, передаваемые по горизонтальным связям, упаковываются в дискретные информационные сообщения, состоящие из двух блоков. В служебном блоке сообщения передаются данные, необходимые для маршрутизации и управления потоками, расчета весовых коэффициентов потока (а также объекта или параметра), данные для последующего обучения нейронной сети и прочее.

Информационные сообщения поступают в информационную систему в непрерывном режиме и накапливаются в хранилище данных для последующей обработки. Из общего объема поступающих сообщений на основе метаданных выбираются только те, которые имеют отношения к поставленной задаче. Далее на основе теории нечётких множеств с ними производятся необходимые операции: данные формируются в виде таблиц и на основе матричного счисления вычисляются необходимые весовые коэффициенты, на основе которых строятся результирующие матрицы для принятия решения или ранжирования критериев (например, уровень риска, надежность, профессионализм и др., примеры которых рассмотрены далее). Данный подход позволяет относительно просто автоматизировать приведенный алгоритм с математической точки зрения.

Из полученных результирующих матриц впоследствии можно снова получить информационные сообщения для пользователей и после принятия или отклонения решения снова запустить данный алгоритм. Итерационный подход с изменяющимися и самоподстраивающимися параметрами заложен в основу принципа адаптивности компланарных потоков. После завершения очередной итерации параметры потока автоматически выбираются таким образом, чтобы максимально оптимизировать целевую функцию, в роли которой чаще всего выступает функция минимизации издержек, сокращения рисков и максимизации прибыли. В результате будет получен еще целый ряд дополнительных преимуществ: сокращение информационной перегруженности персонала, автоматизация проектирования цепей поставок

как целиком, так и отдельных ее фрагментов, постоянное совершенствование бизнес-процессов, автоматизация поддержки принятия решения, автоматизированный сбор информации из внешних источников, сокращение времени на принятие решения.

Внедрение функции адаптивности в интегрированную логистику возможно лишь при наличии информационных систем высокого уровня зрелости, наличия обратной связи не только на каждом из этапов, но и глобальной обратной связи между участниками логистических взаимоотношений.

### **3.3. Риски при адаптивной интеграции логистических бизнес-процессов**

В последнее два десятилетия большое место в аналитике протекающих экономических процессов, уделяется вниманию оценке рисков. Ряд отечественных и зарубежных учёных называют современную цивилизацию – цивилизацией рисков, что нашло отражение в многих научных трудах и исследованиях. В частности, каждый год Всемирный экономический форум публикует Доклад о глобальных рисках. Анкетирова мировые экспертов и лиц, принимающих решения, формируют взвешенную оценку возможных глобальных угроз с учётом вероятности их возникновения, а также степени их воздействия на глобальный рынок. Анализ отчётов, свидетельствует о постепенной смене тенденции в области рисков. На лидирующих местах находятся риски, связанные с новыми информационно-коммуникационными технологиями.

Достаточно быстрое изменение технологий трансформируют разновидности рисков, что, несомненно, приводит к расширению их классификации, с одной стороны, поиску нового инструментария, механизмов их предотвращения или минимизации возможных потерь, с другой. Согласно логике исследования, понимая значимость традиционных рисков для развития и функционирования предприятий, таких как

геополитические, социальные, экологические целесообразно более подробно рассмотреть экономические и технологические риски, которые напрямую оказывают воздействия на логистические процессы в виртуальном пространстве. Причём наряду с известными видами, появляются новые, которые не поддаются количественной оценке.

Таким образом, на первом месте должно быть решение задач по нейтрализации основных вызовов, которые являются критичными для виртуальной среды во всех её проявлениях, начиная от сбоев функционирования информационно-коммуникационных и компьютерных систем, заканчивая рисками техногенного масштаба.

Если финансовые, геополитические, социальные риски практически идентичны и особо не отличаются по своей сути от таких же рисков, связанных с виртуальным пространством, то технические, технологические имеют ряд особенностей и требуют детального изучения. На рисунке 21 представлен краткосрочный прогноз рисков, с которым столкнутся представители бизнес сообщества. Анализ показывает, что половина их приходится на деятельность субъектов в киберпространстве. Причём границы разделения этих рисков весьма условны. Ведь любые виды конфликтов политических, экономических и других всегда освящаются, выносятся на информационное поле, которое формируется электронными средствами массовой информации. Получается косвенное воздействие ИК технологий на остальные виды рисков, что подчёркивает тесную взаимосвязь современных технологий с остальными видами хозяйственной деятельности.

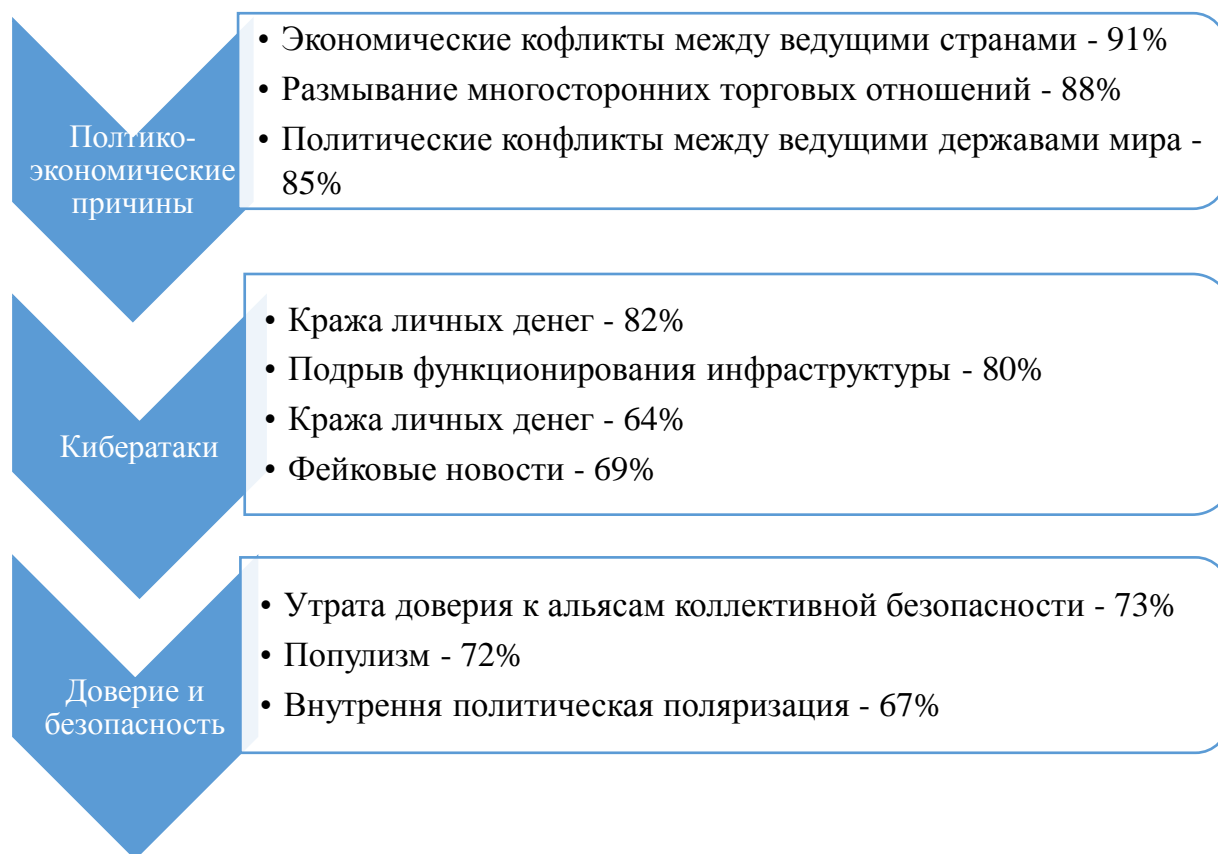


Рисунок 14 – Структурирование прогноза краткосрочных рисков

К основным организационно-управленческим рискам в рассматриваемой плоскости проблем можно отнести кибератаки, которые приводят к значительным потерям на уровне мировой экономике, а также наносят ущерб экономике России. Если в 2018 году данный вид рисков занимал пятое место в отчетах Всемирного экономического форума, то в 2019 году переместился на второе место. На рисунке 22 показана динамика роста потерь мировой экономики от кибератак<sup>12</sup>. В России несмотря на достаточно большую разницу в объемах генерирования услуг в интернет-пространстве, ущерб экономики от кибератак в прошедшем году составил 2,5 трлн рублей. Если учитывать успешную реализацию национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [276], которая предполагает превращение страны в мощного экспортёра цифровых услуг, то

<sup>12</sup>Составлено автором по данным по данным Global Risks Report Всемирного Экономического Форума 2019 г.

вероятность наступления событий, получения убытков связанных с кибератаками, увеличится. Учитывая тенденции в мировой экономике, можно предположить, что отечественный рынок будет также их повторять.

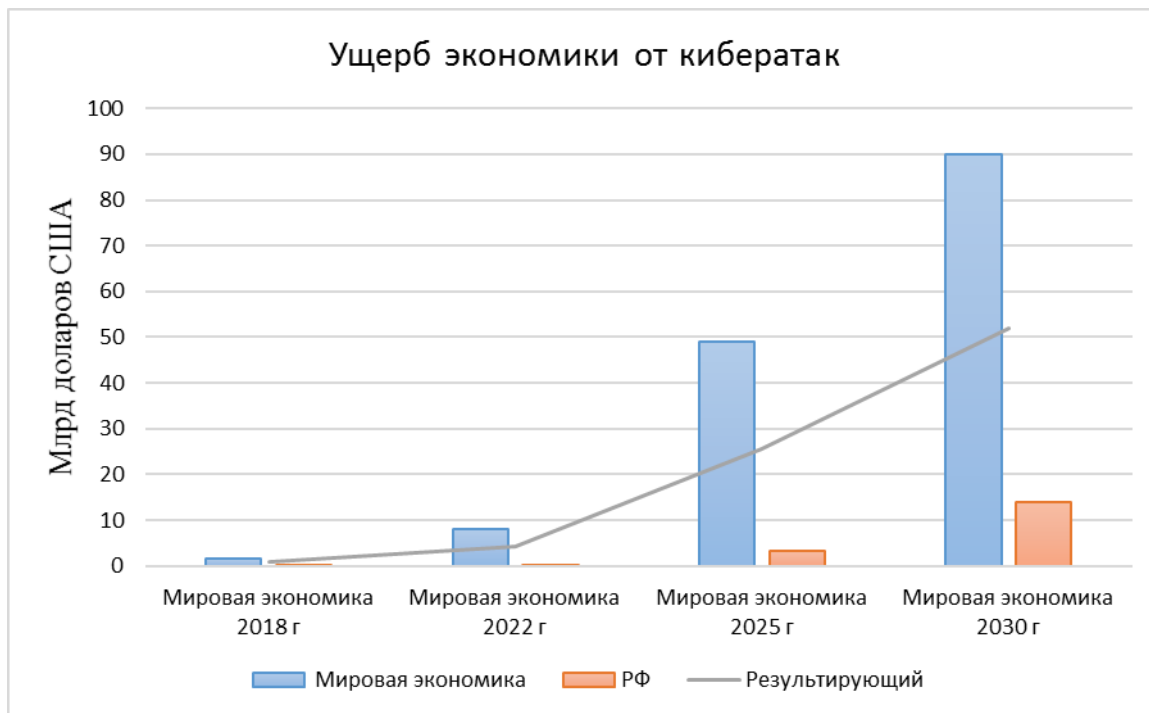


Рисунок 15 – Прогноз убытков экономики от кибератак<sup>13</sup>

В качестве примера можно привести получение доступа хакерами из группировки Dragonfly (или Energetic Bear) к системам управления электросетями США в 2018 году, которые совершали атаки в течение двух лет, что могло привести к полному отключению электроснабжения в стране, включая промышленные предприятия [416].

В 2017 году датская судоходная и логистическая компания «A.P. Moller-Maersk» подверглась кибератаке вируса «Petya», убытки от которой составили 200 млн долларов США. Хотя атака не затронула суда-контейнеровозы «Maersk Line», но привела к сбою функционирования подразделения компании «APM Terminals». Это предприятие не работало несколько дней. Главная задача компании «APM Terminals» управлять

<sup>13</sup>Составлено автором по данным Global Risks Report ВЭФ

работой грузовых портов, контейнерных терминалов. Оборот грузовых контейнеров составляет порядка 100 тысяч единиц [137].

В 2017 году по данным Комиссии по ценным бумагам и биржам США (SEC) киберпреступники взломали систему «Edgar», которая архивирует финансовые документы компаний, путём незаконных манипуляций присвоили порядка 4 млн долларов США. Список таких преступлений можно долго продолжать.

Проанализировав потенциальный ущерб, необходимо разработать комплекс организационно-экономических мероприятий, которые помогут его минимизировать, а в лучшем случае вообще не допустить.

Во-первых, целесообразно заблаговременно разработать и имплементировать международный свод стандартов, правил кибербезопасности. В связи с тем, что различные государства имеют свои законодательные, нормативные документы и разделены границами, образуется своего рода люфт в принятии решений на ответные действия киберпреступников, а это приводит к потере времени, затрудняет поиск преступников. Таким образом, от выработки единых стандартов защиты напрямую зависит увеличение количества рисков.

Во-вторых, действовать на опережение. Развитие новых технологий не только улучшает бизнес-процессы предприятия, но используется преступниками для совершенствования своего инструментария. Этому можно противопоставить постоянный анализ будущих угроз, а также проектирование бизнес-процессов с встроенными фильтрами, повышающими кибербезопасность.

В-третьих, сотрудничество мирового сообщества в рассматриваемой сфере по следующим ключевым направлениям:

- обмен данными;
- совместное обучение специалистов;

- повышение киберграмотности,
- проведение разъяснительной работы с населением<sup>14</sup>.

Традиционно в риск-менеджменте используют несколько основных методов управления рисками, которые представлены ниже:

- уклонение от риска;
- распределение риска;
- снижение риска;
- передача риска;
- - компенсация.

Применение определённого метода зависит от целого ряда причин технической и технологической оснащённости организации, финансовых возможностей, рыночной ситуации. Главное, что показанные методы применимы для уменьшения рисков компаний, работающих в виртуальном пространстве. В результате исследования были выявлены причины, которые ухудшают методы борьбы с киберрисками. Наряду с техническими и технологическими ошибками, является недостаток данных об инцидентах, связанных с кибератаками, которые не позволяют собрать объективную информацию и выработать оптимальные мероприятия для противодействия.

Тем не менее, на основе имеющихся данных можно рекомендовать определённые способы защиты, или по крайней мере принципы её построения. Это соблюдение следующих принципов функционирования информационной системы: надёжность, постоянство, внимательность и устойчивость.

Под надёжностью следует понимать защиту наиболее важных (ценных) активов организации.

Под постоянством понимается непрерывный контроль лицами, принимающими решения по киберугрозам на постоянной основе. В случае необходимости производится разработка специальных требований к

---

<sup>14</sup><https://roscongress.org/sessions/rh-2020-upravlenie-riskami-ili-krizisom-pochemu-preventivnye-mery-luchshevosstanovleniya/discussion/> (дата обращения: 20.03.2020)



отчетности организации с целью формирования ясного понимания величины риска.

Под внимательностью целесообразно понимать объективную реакцию на сведения о вероятности возникновения угрозы на уровне бизнес-структуры, а также заблаговременную разработку инструментария по выявлению угроз.

Под устойчивостью следует понимать внутренние резервы предприятия для оперативного воздействия на ущерб от кибератаки и его локализации.

Анализ последствий и масштабность киберугроз для бизнес-структур показывает, что основными отраслями, которые столкнулись с данными рисками за последние десять лет были:

- розничная торговля,
- производство,
- электронная коммерция и онлайн-платежи,
- онлайн-медиа,
- высоко технологичные компании,
- предприятия телекоммуникационного сектора,
- страховые компании [3].

Остальные бизнес-структуры, которые не вошли в перечисленные сегменты рынка, могут быть подвергнуты кибератакам с большой вероятностью в краткосрочной перспективе. В современных условиях киберугрозы становятся составной частью хозяйственной деятельности организации. С одной стороны – это рост возможностей хакеров. С другой – общая взаимозависимость участников рынка в плоскости обеспечения безопасности киберпространства. Например, СМИ-онлайн могут использоваться в качестве носителя вредоносного программного обеспечения, а сбой в онлайн платежах заблокирует электронную коммерцию. В таблице 3 приведены типичные инциденты, с которыми чаще

всего сталкиваются организации.

Таблица 3 – Основные инциденты в сети Интернет<sup>15</sup>

<b>№ № п/п</b>	<b>Виды инцидентов</b>	<b>Количество в %</b>
1	Атаки на web-приложения	35%
2	Кибершпионаж	22%
3	Взлом систем POS-терминалов	14%
4	Использование инсайдерской информации	8%
5	Вредоносное программное обеспечение	4%
6	Ошибки различного рода	2%
7	Атака «отказ в обслуживании»	1%

Структурировав информацию о видах инцидентов безопасности и утечек данных, можно сделать вывод о наличии сходных характеристик. В докладе компании «Verizon»<sup>16</sup> на основании оценки более 375 000 инцидентов и 17 000 утечек данных предлагается классификация по девяти пунктам, так как практически 99% инцидентов безопасности и 88% утечек данных попадают в эти рамки.

В рамках диссертационного исследования это наиболее приемлемая классификация, которая даёт точные градации для киберугроз в сфере описания логистических потоков в виртуальном пространстве, поэтому была взята за источник исходных данных. Наиболее часто встречаемая угроза – атаки на web-приложения. Считается любой инцидент, в котором веб-

<sup>15</sup>Составлено автором по данным verizon.com

<sup>16</sup>URL: www.verizon.com

приложение было инициатором атаки, включая эксплойты уязвимостей уровня кода в приложении, а также мешающие механизмы аутентификации. Порядка 50% нарушений связаны с несанкционированным доступом к облачным почтовым серверам. Второй по частоте – это кибершпионаж, то есть несанкционированный доступ к сети (системе) с целью получения секретной информации организации, которая является коммерческой тайной. Примечательно, что осуществляется данная атака посредством фишинга (78% в случае кибершпионажа), применением бэкдоров или вредоносных программ.

Мошенничество с применением вредоносных программ.

Отказ в обслуживании – атака с целью компрометации доступности сетей (систем), которые направлены на перегрузку систем, тем самым снижает производительность или полностью блокирует обслуживания.

Особо стоит отметить различного рода ошибки, 85% инцидентов в данной угрозе связана:

- с доставкой конфиденциальных данных ошибочному адресату;
- непреднамеренная публикация данных в открытых источниках;
- неправильно настроенные серверы.

Кроме того, кибератаки постоянно обновляются и усложняются. В 2020 году появился новый вид киберугроз: целевые кибератаки. Имеется ввиду атака трояна «Milum» на промышленный сектор, который не только собирает информацию с заражённого компьютера, но может дистанционно управлять им и самостоятельно обновляется до новой версии. Уровень создания вируса свидетельствует о достаточно больших финансовых и профессиональных ресурсах его создателей [324].

Приходится констатировать факт, что с ростом безналичных платежей, объёмов электронных продаж работа в информационно-технологичной сфере ассоциируется с высокорискованной экономической деятельностью. Одна из главных задач по снижению рисков и минимизации их отрицательных воздействий заключается в прогнозировании новых видов рисков, которые

появятся в ближайшее время. Следовательно, менеджменту компаний помимо оценки рисков, следует уделить внимание разработки методик и механизмов поиска новых видов рисков на фоне глобализации и перехода к новому технологическому укладу. Детальный анализ классификации известности рисков Р. фон Шомберга позволяет предположить, что информационные технологии предприятия будут работать в плоскости новых проблем и вызовов, столкнутся с рисками из разряда гносеологической неопределенности и гипотетических предположений. Хотя на сегодняшний день нет достаточного объёма информации об этих рисках, но учёные предпринимают попытки прогнозировать их появление.

В настоящее время Еврокомиссия Европейских стран приняла стратегию развития Евросоюза в условиях становления цифровой экономики. Суть которой заключается в ограничении прав искусственного интеллекта в сфере принятия решений в областях важных для человечества в целом, то есть человек должен контролировать функционирование искусственного интеллекта, а не наоборот. Так называемая проблема “Скайнета” нашла отражение в юридических документах. Члены еврокомиссии разрабатывают комплект различных регуляторных и сертификационных норм, которые должны регламентировать функционирование систем искусственного интеллекта в разных отраслях хозяйственной деятельности с учётом потенциального риска от использования рассматриваемых ИИ систем.

Кроме того, еврокомиссия предложила устроить публичные консультации в течение трёх месяцев, чтобы предприниматели, общественные деятели, бизнес-структуры могли внести собственные предложения по разрабатываемым нормам в области применения искусственного интеллекта.

Дело в том, что программа развития ИИ предполагает значительные инвестиции (государственные, частные) в развитие цифровой экономики по 20 млрд евро на период до 2030 года на общую сумму 200 млрд евро. За счёт новых технологий планируется добиться роста экономики Евросоюза на

фоне достижения установленных климатических целей. Большим плюсом будет увеличение рабочих мест, если в 2020 году на рынке, связанном с цифровыми технологиями, работает порядка 5,7 млн специалистов, то в 2025 году планируется дополнительно привлечь 11 млн профессионалов [110].

Еще одним мощным вызовом для современной логистики оказалась ситуация с пандемией COVID19. Международный валютный фонд (МВФ) назвал последствия пандемии COVID-19 «величайшим экономическим бедствием со времен Великой депрессии» [264]. Наибольший ущерб понесли такие отрасли, как: транспорт, туризм, гостиничный и ресторанный бизнес, сфера развлечений и массовых мероприятий. ВВП России по итогам двух кварталов 2020 года по данным Росстата упал на 5,4% по сравнению с тем же периодом 2019 года (см. Рисунок 23) [343].



Рисунок 16 – ВВП России за 2011-2020 гг.

В марте 2020 года в России были введены серьезные ограничения на авиа- и железнодорожные сообщения как для пассажирских, так и для

грузоперевозок. С 18 марта и вовсе были закрыты границы на въезд иностранных граждан и лиц без гражданства, а с 23 марта Россия ограничила авиасообщения со всеми странами за исключением чартерных рейсов для вывоза людей и оставив только по одному рейсу в каждую из 146 стран мира. Из-за стремительного распространения пандемии Президент РФ объявил соответствующими приказами с 30 марта по 3 апреля нерабочими днями, которые затем были продлены до 30 апреля. Данный приказ не распространялся на работников органов государственной власти, медицинских работников и учреждений, а также организаций, занимающихся реализацией продуктов питания, лекарственных средств и товаров первой необходимости, услуг связи, финансовых услуг и т. д. [338]

В результате всех вышеназванных событий были приостановлены транспортные перевозки практически по всем видам транспорта. Массовая изоляция людей привела к закрытию магазинов, торгово-развлекательных центров (за исключением продуктовых магазинов), предприятий сферы обслуживания и многих других. Наибольшие убытки понесли авиакомпании, которые вынуждены были оплачивать огромные лизинговые платежи, что в условиях запрета на полеты было крайне затруднительным. Более подробно убытки за период первой волны коронавируса приведены в Приложении 2.

Также в отчете McKinsey Global Institute (MGI) появились новые предпринимательские риски, связанные с COVID19. По их оценке убытки от мирового стодневного локдауна оказались втрое выше, чем в кризис 2009 года [327] (см. Приложение 3).

Однако стоит подчеркнуть, что по итогам третьего квартала 2020 года именно логистика показала рост по всем показателям во всем мире, включая и Россию. Важнейшим показателем, по которому производилась оценка, стали результаты трансокеанских контейнерных перевозок. Рост спроса оказался стимулирующим фактором для повышения тарифов на фрахт контейнеровозов, которым предсказывали понижение ставок в текущем году из-за избыточного количества судов.

Согласно отчету Container Trade Statistics, в августе 2020 увеличился спрос на контейнерные перевозки на 1,5% по отношению к прошлому году, хотя многие эксперты опровергают этот факт, мотивируя это тем, что данный рост вызван только повышением импорта из Азии в Северную Америку, но, в то же время, экспорт контейнеров из Северной Америки в Азию за тот же период упал на 13,8%.

В России по итогам третьего квартала в сфере контейнерных перевозок значительных успехов достигла ООО РЖД. Оборот контейнеров вырос на 15,7% по отношению к прошлому году и составил 4,23 млн TEU. Общий объем грузов, перевезенных в контейнерах, увеличился на 17,3%, превысив 44 млн тонн. Также на 50% возрос объем транзита контейнеров по территории России, в том числе в сообщении с Китаем.

Морские контейнерные перевозки в России также показали рост, но не везде. В Балтийском бассейне наблюдалось снижение объема перевозок на 9,6%. По данным Ассоциации морских портов России контейнерные перевозки по всем грузовым портам страны по итогам третьего квартала снизились на 2% по сравнению с прошлым годом. Тем не менее, ведущие операторы морских перевозок показали уверенный рост. По данным аналитического агентства Infranews морские терминалы бизнесмена Сергея Шишкарева в Балтийском, Чёрном и Японском морях, которые обеспечивают около 40% всех контейнерных перевозок России увеличили объем перевозок на 11,2% [263].

Глобальные ограничения свободы перемещений привели к взрывному росту спроса на интернет-покупки. Предприятия малого и среднего бизнеса, корпорации нарастили своё присутствие в онлайн сфере, стали предлагать более оперативную доставку. Кроме собственной курьерской службы, которая перестала справляться с возросшим объемом заказов и в связи со снижением пассажиропотока такси г. Москвы стали доставлять заказы из интернет-магазинов. Например, Яндекс.Такси стал доставлять заказы из сети магазинов Вкусвилл.

Эти изменения потребовали от логистики в экстренном порядке перестраивать основные бизнес-процессы для более оперативного удовлетворения потребностей покупателей и для удержания позиций на рынке, чтобы выдержать жесточайшую конкуренцию в онлайн-среде. Естественно, все эти изменения бизнес-процессов совершенно невозможны без высокотехнологичной информационно-коммуникационной поддержки.

Анализируя вышеприведенные факты можно сделать вывод, что эффективность логистики зависит не только от качественного информационно-технического обеспечения, но и от внешних факторов, одним из которых в минувшем году стала пандемия COVID19, что потребует еще более тщательного подхода к планированию логистических цепей с учетом возможных рисков. Часть поставщиков уже рассматривают возможность их сокращения за счет перемещения производств как можно ближе к потребителю, что позволит избежать глобальных последствий с транспортными перевозками, которые наблюдались в первом полугодии 2020 года, а также сократить время реагирования на потребности заказчиков.

Вышеизложенные факты также наглядно свидетельствуют о необходимости разработки превентивных мер по предотвращению рискованных ситуаций, связанных с развитием новейших цифровых технологий. Благодаря им возможно достичь высокой производительности труда, занять соответствующую нишу рынка, быть конкурентоспособным, ведь технологии сами по себе нейтральны, и никто не будет отказываться от их использования. Важно разумное применение информационно-коммуникационных технологий с учётом рискованной составляющей для обеспечения устойчивого роста отечественной экономики.

### **3.4. Факторы повышения качества логистических услуг в условиях цифровой экономики**

Одним из наиболее значимых конкурентных факторов при оказании услуг является их качество. Для современного искушенного потребителя



качественная услуга уже не является решающим фактором. И сам показатель того, что услуга является качественной, не может являться конкурентным преимуществом. Услуга должна быть качественной по умолчанию. Потребитель не оценит данный факт, он изначально ожидает оказание качественной услуги, но если услуга будет оказана неудовлетворительно, то этот факт неизбежно приведет к его возмущению. Негативная эмоция в этом случае будет иметь гораздо более сильное влияние на восприятие услуги. Клиент тогда более мотивирован, чтобы рассказать о некачественной услуге своим друзьям, написать об этом на своей странице в социальной сети, оставить негативные отзывы на специализированных сайтах, чего не происходит при качественном оказании услуги. Качественная услуга воспринимается как должное и клиент гораздо менее охотно делится об этом с другими людьми [238].

С точки зрения методологии адаптивно-интегрированной логистики, компланарные потоки позволяют сократить вероятность негативного отклика при потоковом оказании услуг. Это особенно важно при взаимодействии производителя услуг и клиента в виртуальном пространстве. Автоматизированная система будет работать всегда с непрерывно повышающимся уровнем качества, что обеспечивается обратной связью и позволяет специализированным алгоритмам обучаться и вносить коррективы в исходные параметры при оказании услуг по принципу Деминга-Шухардта.

Согласно модели зрелости организаций, разработанной институтом СММІ, наиболее оптимальное взаимодействие между поставщиками и заказчиками будет происходить в том случае, если уровни их организационной зрелости одинаковы. В случае, если одна из компаний находится на более высоком или более низком уровне, будут возникать разногласия и трудности при организации цепи поставок.

Например, если поставщик находится на более высоком уровне организационной зрелости, чем заказчик, то при выстраивании логистической цепи это может привести к следующим последствиям. Если

организация-заказчик заказала доставку некоторой партии материального товара у более зрелого поставщика на конкретную дату и конкретное время, то это вовсе не означает, что сама организация заказчик сможет вовремя обеспечить качественную приемку товара. Более низкий уровень зрелости будет означать, что у заказчика может не оказаться свободных складских площадей для приемки товара, может не хватить людских ресурсов или окажется, что некому разгружать прибывший транспорт и т.д. То есть более зрелый поставщик своевременно выполнит свои обязательства, а все накладки и трудности будут исходить от заказчика. Это вызывает первый тип недопонимания, когда поставщик находится на более высоком уровне зрелости, чем заказчик. Однако, это не самая неприятная ситуация. Гораздо хуже дело будет обстоять, если уровни зрелости будут обратными – заказчик окажется более зрелым, а поставщик менее зрелым. В этом случае фирма-заказчик будет ожидать от поставщика своевременной и качественной доставки, которую оказать поставщик не всегда (а чаще даже обычно) способен. В этом случае недопонимание между участниками логистических взаимоотношений будет гораздо больше.

Идеальным сценарием взаимодействия участников логистических взаимоотношений является случай, когда уровни организационной и информационной зрелости совпадают см. Рисунок 24.

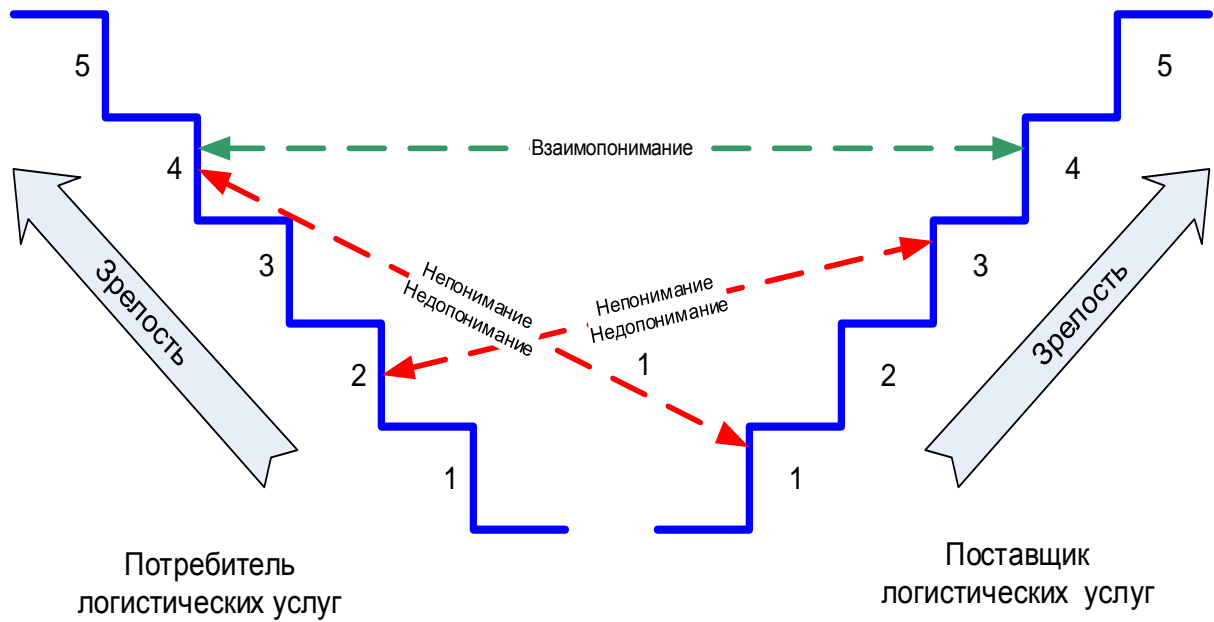


Рисунок 17 – Модель взаимоотношений поставщика и потребителя логистических услуг

Информационная зрелость – это еще одна модель, разработанная тем же институтом СММІ, но характеризующая уровень зрелости по управлению корпоративным контентом. Совместно с организационной зрелостью они характеризуют готовность предприятий к внедрению инновационных принципов управления логистическими потоками, а применительно конкретно к данному исследованию, управлению компланарными потоками.

Компаниям необходимо оценивать свой уровень организационной зрелости для того, чтобы понимать свои внутренние возможности, а также необходимо оценивать зрелость своих партнеров, чтобы включить их в единое пространство бизнес-процессов. Если компания и ее клиент (как фрагмент логистической цепи) будут находиться на разных уровнях организационной зрелости, то это будет являться препятствием для их интеграции в рамках одной логистической платформы, поскольку уровни и подходы к управлению бизнес-процессами будут различными и возникнет большое количество коллизий при построении единого пространства бизнес-

процессов.

Вопросы повышения качества оказываемых логистических услуг в виртуальном пространстве имеет смысл рассмотреть в двух аспектах. Первый касается самого качества услуги, второй вытекает из первого, это постоянное обновление самих услуг, то есть выход на рынок новых. Особенно это актуально для высокотехнологических предприятий, которые помимо финансовых ресурсов имеют технологические заделы, благодаря проводимым НИОКР.

Например, компания «Amazon» первой предложила проект по использованию летающих дронов для доставки малогабаритных товаров, которые клиенты заказывают через интернет-магазины. Тем самым сократила время доставки, уменьшила логистические издержки и повысила имидж компании как самой передовой в технологическом плане. Буквально через полгода такая же услуга появилась у компаний «Google» и «Walmart». Более того, разработка данного направления позволила запустить ряд новых проектов. Например, компания «Google» вошла в качестве инвестора в стартап предприятия «Zee.Aero», которое занималось разработкой одноместных летательных аппаратов – «летающих машин», способных перевозить пассажиров.

Вышеизложенные факты позволяют сделать вывод, что в современных условиях информационные технологии не являются конкурентным преимуществом, а скорее фундаментом для построения инфраструктуры нового типа [35]. Причём новый продукт у конкурентов может быть получен в период от трёх до шести месяцев в зависимости от сложности.

Россия довольно успешно разрабатывает новые продукты на высокотехнологичных рынках. Например, рынок компьютерного зрения. По данным агентства «TAdviser», российский рынок компьютерного зрения динамично развивается. Если в 2018 году его объём был 8 млрд рублей, то прогноз на 2023 год определяет его потенциал в 38 млрд рублей. Крупным отечественным игроком на нём является компания «Системы Компьютерного

Зрения», которая решает математически сложные задачи на основе технологий искусственного интеллекта, нейронных сетей компьютерного зрения, начиная с организации дефектоскопии производственного оборудования, агрегатов и коммуникаций с целью повышения безопасности эксплуатации и качества изготавливаемого продукта, заканчивая созданием алгоритмов системы помощи водителю [140].

Для поддержки отечественных предприятий, защиты своей ниши рынка должна быть создана нормативно-правовая база для управления логистическими процессами в виртуальной сфере, которая будет регулировать бизнес-процессы в Интернете и их финансовую составляющую, рынок программного обеспечения, вопросы кибербезопасности, а также ряд других актуальных видов этой специфической деятельности.

В свете выявленной проблемы необходима поддержка государства, потому что бизнес-сообщество и частные инвестиции поставленной задачи не решат. В данной сфере успешно работают транснациональные корпорации, которые в условиях жёсткой конкуренции установили высокие входные барьеры на технологичных рынках.

Однако стоит подчеркнуть, что в последние годы государство принимает активное участие в формировании конкурентоспособного рынка информационно-коммуникационных технологий. Свидетельством, подтверждающим данный вывод, стал перечень указов и распоряжений Правительства РФ, Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций, которые охватывают практически все основные сферы социально-экономической деятельности страны на предмет их цифровизации.

Особенно стоит обратить внимание в рамках диссертационного исследования на национальную программу «Цифровая экономика Российской Федерации» [278], которая поставила конкретные цели, определила целевые показатели, источники финансирования и сроки выполнения основных мероприятий в области государственной политики для

становления цифровой экономики страны. Программа представляет собой совокупность взаимосвязанных национальных проектов, которые показаны на Рисунке 25.



Рисунок 18 – Национальные проекты по цифровизации экономики страны

Среди целей программы выделяются наиболее важные:

- увеличение в три раза внутренних затрат на становление и развитие цифровой экономики за счет бюджетных и внебюджетных источников финансирования;
- построение надёжной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры для передачи, обработки и хранения больших объемов данных;
- доступность широкополосного интернета для всех заинтересованных лиц;
- приоритетное использование российского ПО для федеральных, региональных, муниципальных органов.

Конечно, в условиях ограниченности финансовых ресурсов, вызванных глобальным экономическим кризисом, на первом месте встает вопрос

финансирования. Основным источником финансирования предполагается государство в объёме 1 099,6 млрд рублей, остальные 535,3 млрд рублей внебюджетные средства. Жизнеспособность национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» подтверждают аналитические данные за 2018 год, согласно которым итоговый объём федеральных поступлений, направленных на ИТ проекты, был 122,215 млрд рублей.

В рамках проблематики настоящего исследования целесообразно выделить направления, которые непосредственно влияют на развитие логистических услуг в виртуальном пространстве, чтобы на них сконцентрироваться в процессе хозяйственной деятельности. К ним следует отнести:

- юридическое регулирование процессов, происходящих в киберпространстве, что несомненно стимулирует рост инвестиций за счёт прозрачности и постоянства правил с учётом требований административного, гражданского кодексов, а также вопросов безопасности участников;
- подготовка высококлассных специалистов по информационной безопасности, робототехнике, программистов, аналитиков, разработчиков современных информационных систем с учётом создания для них комфортных условий работы для предотвращения их отъезда за рубеж;
- НИОКР, разработка инструментария, технических заделов, связанных с информационно-коммуникационными технологиями, чтобы их можно было применять не только на внутреннем рынке, но экспортировать в другие страны, усиленными темпами развивать российскую элементную базу микроэлектроники и цифровой техники.
- построение информационно-коммуникационной инфраструктуры для высокоскоростной передачи, хранения и обработки больших

объёмов данных, внедрение цифровых платформ для различных отраслей народного хозяйства, а также самое дорогостоящее направление, требующее значительных финансовых ресурсов порядка 772 млрд рублей до 2024 года;

- создание и поддержание информационной безопасности на мировом уровне с учётом развития российского программного обеспечения, отечественных платёжных систем, разработке программного обеспечения по защите персональных данных, противодействию киберугрозам;
- формирование и развитие цифрового государственного управления на основе сервисных платформ доступа к государственным услугам в режиме «одного окна» (в 2024 году в цифровой форме должно быть 70% государственных услуг в цифровом виде для физических и юридических лиц).

Согласно Распоряжению Правительства РФ от 01.11.2013 № 2036-р о повышении конкурентоспособности страны в условиях глобализации и цифровизации экономических процессов архиважной задачей является достижение цифрового суверенитета России и масштабное внедрение инновационных информационных технологий в различные отрасли народного хозяйства. Конкурентоспособность государства должна повышаться за счёт роста удельного веса ИТ-отрасли в формировании ВВП России и подняться за восьмилетний период с 0,88% до 1,45% в 2025 году [297].

Весьма положительным является решение задачи по превращению страны в надёжного экспортёра компьютерных и информационных услуг. По данным 2019 года доля России в мировом экспорте ИТ-услуг была на уровне 0,8%. Выполнение поставленных задач в национальной программе позволит отрасли информационных технологий нарастить экспорт услуг на 4,79 млрд долларов США, что соответствует Указу Президента РФ от 7.05.2018 г. №



204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Ориентир, который надо достичь - 100 млрд долларов США в год (абзац 3 пп. «а» п. 14) [335]. Несмотря на достаточно высокий рост рассматриваемой отрасли в 16% за три года, выйти не такой объём экспорта сложно.

Однако, несмотря на ряд положительных моментов поддержки высокотехнологичных информационно-коммуникационных отраслей на государственном уровне особо стоит подчеркнуть отрицательные, чтобы выявить объективную картину для потенциальных инвесторов, бизнес сообщества. В вышеуказанных документах, предложенных мер для выполнения поставленных задач и достижения указанных целей недостаточно.

Кроме того, есть специфические сдерживающие факторы, которые необходимо учесть для объективности оценки результативности предложенных мер. Наиболее значимые из них приведены ниже.

Первое. Экспорт информационно-коммуникационных в страны БРИКС, который может привести к противостоянию российских специалистов и высококлассных профессионалов из стран Белоруссия, Китай, Индия. Это нормальный закон бизнеса, если выходишь на чужой рынок, надо открывать свой, что приведёт к росту конкурентной борьбы.

Второе. Внесённая в 2019 году поправка в постановление Правительства РФ №1236 о дополнительных требованиях к программному обеспечению для включения его в реестр отечественных программ. Создаваемое программное обеспечение должно сопрягаться с двумя оперативными системами из реестра, а также с ОС «Windows». Может возникнуть ситуация, когда разрабатываемую операционную систему «Эльбрус» для одноименного российского процессора, невозможно будет внести в реестр из-за прямого конкурента компании «Windows», не поддерживающей отечественное ПО. Это можно объяснить отсутствием общей концепции развития российских процессоров и созданием

отечественного программного обеспечения.

Третье. Активное участие в масштабных проектах. В рамках освоения Арктики в 2017 году было принято решение о создании и воплощении в жизнь проекта «Ледяной шелковый путь». Инициаторы: России и КНР. Проект должен реанимировать Северный морской путь в Арктике с учётом современных условий. Если в начальной стадии проекта планировалась разработка одного маршрута из Китая в Европу, то затем появились другие заинтересованные стороны, что привело к масштабированию проекта. Суть которого в уменьшении длины маршрутов из Тихого океана в Атлантический через Арктику, что значительно сокращает время доставки грузов. Кроме того, закладывает фундамент стратегии формирования Великого Евразийского партнерства, создаёт предпосылки для ускоренной разработки российской программы по развитию арктической зоны до 2025 года. Прогнозируемый бюджет превысит 16 миллиардов рублей (274 миллиона долларов США) [251].

Общий проект России и Китая позволит объединить стратегические инициативы в области экономического сотрудничества в Арктике. С точки зрения цифровизации, взаимодействие двух стран на общих цифровых платформах может не только принести прибыль её участникам, но и позволит поднять в техническом и технологическом плане малозаселённые районы Крайнего Севера.

В этом контексте инвестиции в освоение нефтяных и газовых месторождений должны быть взаимоувязаны с национальной программой «Цифровая экономика». В 2020 году высокотехнологичные компании реализуют портфель проектов по разработке технологий и платформенных решений на сумму 10 млрд рублей [276]. Следовательно, имеет смысл увязать их со строительством новых или модернизацией действующих объектов транспортно-логистической инфраструктуры, начиная от транспортировки и хранения энергоносителей, и заканчивая возведением железных дорог, портов и элементов общей навигационной инфраструктуры

[251].

Для понимания происходящих процессов важно подчеркнуть, что Северный морской путь представляет собой основу проекта «Ледяного шелкового пути» для китайских партнёров. Предварительные расчёты эффективности внедрения этого проекта показали, что за три года полного освоения этого арктического пути ежегодные издержки международной морской торговли сократятся на суммы от 53,3 млрд долларов США до 127,4 млрд долларов США в зависимости от роста мировой экономики. Несомненно, что для поддержания положительных показателей проекта по использованию Северного морского пути, а также реализации соответствующих транспортно-логистических, информационно-инфраструктурных объектов, возможно, потребуется привлечение дополнительных финансовых ресурсов, инвесторов. Например, увеличение количества грузовых судов ледового класса, модернизация действующих портов, навигационной сети, ввод в эксплуатацию универсальной цифровой платформы инвентаризации, учета и контроля состояния всех видов энергоресурсов имущественных комплексов, создание единой электронной картографической основы [276].

Как отмечалось ранее, проект «Ледяной шелковый путь» не остался без внимания мирового сообщества, в частности остальных участников инвестиционного рынка. Министерство транспорта и коммуникаций Финляндии предложило проект по прокладке маршрута в Арктику через Оулу, Рованиemi и Киркенес под названием «арктические ворота». Его инвестиционная ёмкость составляет 3,4 миллиарда долларов США. Суть данного проекта в том, чтобы железная дорога соединила Северную Европу с КНР и российскими глубоководными портами на побережье Северного Ледовитого океана. Это интеграционное звено в рамках глобального проекта "Один пояс — один путь". Кроме того, возросла конкуренция в данном арктическом направлении, проведён тщательный анализ пяти альтернативных маршрутов при непосредственном участии Норвегии. С

точки зрения финансовой и экологической составляющих будет выбран наиболее оптимальный проект, который будет запущен к 2030 году [279].

Из вышеизложенного следуют выводы, что факторы повышения качества логистических услуг в условиях цифровой экономики взаимосвязаны с глобальными инвестиционными проектами. Для получения положительных результатов следует учитывать экономическую ситуацию.

Первое, для наращивания экспорта информационно-коммуникационных услуг с логистической направленностью необходима разветвлённая, отлаженная логистическая инфраструктура, которая становится объектом для инвестиций.

Второе, рост инвестиций в масштабные проекты, будет проходить на правилах, которые вырабатывает крупнейшее в мире инвестиционное партнерство.

Третье, необходимо учитывать процессы гармонизации действующих торговых тарифов, что с одной стороны увеличит прозрачность участников проекта, с другой уменьшить, а в некоторых случаях исключить внутригосударственные нетарифные барьеры: организационные, финансовые, информационно-коммуникационные.

Четвёртое, добиться оптимизации партнёрских отношений для смягчения условий выхода на международные рынки может быть получен за счёт совершенствования нормативно-правового регулирования, законодательных актов [54].

Вышеизложенные факты позволяют предположить, что проблемы, поднятые при тщательном анализе развития логистических услуг в условиях становления цифровой экономики, носят достаточно дискуссионный характер. Целый спектр логистических составляющих поддержки отраслей народного хозяйства в виртуальном пространстве не раскрыт. Трудности, уязвимые места, которые преодолены в развитых странах в плоскости решения логистических задач, являются серьёзным препятствием для представителей федеральных, региональных органов. На современном этапе

цифровизации экономики страны невозможно дальше развивать логистику, не обсуждая публично её функционал, не анализируя разнообразные логистические концепции.

### **Выводы по третьей главе**

Третья глава раскрывает основы формирования и развития методологии адаптивно-интегрированной логистики, помогает понять её экономическую сущность.

Для автоматизированного взаимодействия участников цепей поставок как расположенных в местах непосредственного географического нахождения объектов, так и территориально удаленных предлагается задействовать технологии искусственного интеллекта, которые целесообразно внедрить в корпоративные информационные системы. Данный вариант позволяет оперативно организовать интеллектуальную интеграцию логистических потоков всех участников логистической цепи.

Обосновывается вывод, что развитие интеллектуальных технологий и внедрение их в различные бизнес-процессы в современных условиях открывает новую возможность добавления «умной» составляющей при выполнении бизнес-процессов в виртуальном пространстве. Виртуализация взаимодействия всех заинтересованных сторон позволяет решить ряд актуальных задач по подготовке ответственных управленческих решений: структурировать полученные данные, автоматизировать бизнес-процессы, а также разгрузить персонал при обработке больших объемов информации в условиях дефицита времени.

Рассмотрены основные риски при адаптивной интеграции логистических потоков, раскрыты возможные потери от их воздействия. Научно доказана необходимость разработки превентивных мер по предотвращению рискованных ситуаций, связанных с развитием новейших цифровых технологий. Информационные системы по управлению цепями поставок с применением интеллектуальных технологий позволят управлять рисками в автоматическом режиме за счет поддержки или самостоятельного принятия управленческого решения на основе наиболее оптимального варианта с минимизацией выявленного риска.

Таким образом, методология развития адаптивно-интегрированной логистики на практике позволит объединять различные по природе информационные системы в единую интегрированную цепь поставок и организовать управление бизнес-процессами по унифицированным правилам. За счёт этого происходит образование не только единого информационного пространства, но и единого пространства бизнес-функций.

## **Глава 4. Практические аспекты методологии развития адаптивно-интегрированной логистики**

### **4.1. Управление компланарными потоками на основе нечетких алгоритмов**

Применение компланарных потоков в интеллектуальных логистических информационных системах позволит автоматизировать такие операции, которые ранее требовали обязательного участия человека с его знаниями, опытом и интуицией. Задача автоматизации выбора какого-либо критерия в условиях информационной перегруженности, недостаточности, противоречивости или других негативно воздействующих факторов является крайне сложной из-за отсутствия формализации постановки задачи. Человеческий опыт или интуиция вообще крайне сложно поддается автоматизации, либо не поддается вообще.

Человек в своей операционной деятельности оперирует такими понятиями, которые не могут быть строго формализованы, например, надежный поставщик, быстрая доставка, низкая цена, высокое качество, допустимые издержки, низкая производительность и т.д. При всей своей очевидности, автоматизировать такие понятия крайне сложно, хотя для людей эти понятия и являются обыденными, но как только речь заходит об автоматизации, то сразу же встает вопрос, а как формализовать требования к этим параметрам? Например, что такое надежный поставщик? Чем измеряется его надежность? Или что такое низкая цена? При каких именно значениях она становится низкой? Что для одного человека может быть низкой ценой, для другого может оказаться совсем не низкой, а средней или даже высокой. То есть все эти озвученные факторы носят субъективный характер, который затрудняет проведение автоматизации.

В настоящее время имеются технологии и математический аппарат для принятия решений в условиях неполной и нечеткой информации, однако, самым сложным моментом является построение модели рассуждений



эксперта, формализация которой и является самой сложной задачей. Наиболее подходящим решением в данной ситуации может стать применение теории нечётких множеств, которая позволяет отказаться от строгих формулировок и перейти к обработке нечёткой информации, в которой обращаются такие понятия, как много или мало, дешево или дорого, надёжный – ненадёжный и т.д.

Теория нечётких множеств была предложена американским математиком Лотфи Заде в 1965 году. Первая публикация «Fuzzy Sets» в журнале *Information and Control* заложила начало теории, которая получила неожиданно широкое распространение даже несмотря на то, что многие математики того времени не приняли всерьёз, а некоторые даже сильно критиковали его теорию, которую, по их мнению, можно было описать законами теории вероятности.

Первое практическое применение теории нечётких множеств получила в 1975 году при создании Э. Мамдани контроллера для управления работой парового двигателя, в котором для реализации методов управления применялся нечеткий вывод, позволяющий существенно сократить объем вычислений. Почти целое десятилетие после первого применения теории нечётких множеств отношение к ней практически не менялось, так как из-за своей гибкости в описании естественных процессов теория воспринималась чуть ли не лженаукой. Ситуация в корне изменилась в конце 80-х годов XX-столетия, после доказательства теоремы FAT - Fuzzy Approximation Theorem, в которой Бартоломей Коско доказал, что любая математическая система может быть аппроксимирована набором логических правил «Если-То». Это означает, что математическая система трансформируется в систему логических высказываний, формализация которых осуществляется средствами теории нечётких множеств, а в частности, теории нечёткой логики. При этом не требуется использовать механизмы дифференцирования и интегрирования, которые требуют более значительных вычислительных мощностей по сравнению с обработкой логических правил [404]. В бизнесе

применение нечёткой логики получило широкое применение после того, как в 1988 году экспертная система для предсказания финансовых показателей смогла предсказать финансовый крах, которая оказалась единственной среди прочих экспертных систем на традиционных алгоритмах.

После достигнутого успеха в Европе следующей страной, которая стала развивать достижения в теории нечётких множеств стала Япония. За короткий период было разработано несколько тысяч научно-технических решений, которые нашли применение в бытовых приборах и промышленных установках, использующих принципы нечётких алгоритмов для управления ими. Нечёткие технологии стали менее требовательными к вычислительным ресурсам по сравнению с дифференциальными или разностными алгоритмами. В результате их применение стало более дешёвым и доступным даже для рядовых потребителей. Так, например, японские фотоаппараты стали применять нечёткие алгоритмы для автофокусировки объектива и стабилизации изображения, японские стиральные машины (первой из которых использовать нечёткие алгоритмы стала машина фирмы Matsushita) для автоматического подбора программы стирки на основе информации от датчиков, определяющих цвет и загрязненность белья. Японские автомобили стали оснащаться системами на основе нечётких алгоритмов, например, в автомобиле Mitsubishi нечёткие алгоритмы управляли внутренним климатом, автоматически подбирая параметры температуры и влажности для создания максимального комфорта. А японские автомобили Nissan стали оснащать нечёткой автоматической трансмиссией и нечёткой антипробуксовочной системой. Более того, Япония использует нечёткие алгоритмы для управления станциями метрополитена, а с 2019 года был запущен первый поезд без машиниста, под управлением робота на основе нечётких алгоритмов.

Важной особенностью теории нечётких множеств является возможность разработки быстрых прототипов, что является отличительной чертой японского производства. За счет быстрой переналадки оборудования

японцы смогли обеспечить обновление модельного ряда каждые три года, и при этом выдерживая стабильный уровень качества, который впоследствии стал эталоном качества. На фондовых рынках наилучшие результаты показывают роботы, основанные на алгоритмах нечётких множеств [31, 167, 179].

В теории нечётких множеств главной характеристикой выступает функция принадлежности, которая показывает, с какой вероятностью тот или иной факт  $x$  принадлежит к тому или иному классу объектов или событий (нечёткому множеству  $B$ ). Характеристическая функция некоторого множества  $A$  – это функция, которая определена на некотором множестве  $E$ , входит в состав множества  $A$  и если значение  $x$  принадлежит ему, то значение характеристической функции  $f(x)=1$ , если  $x$  не принадлежит  $A$ , то  $f(x)=0$ . Тогда нечётким множеством  $B$  будет называться множество, состоящее из упорядоченных пар  $B=\{MF_v(x)/x\}$ , в котором  $MF_v(x) \in M=[0,1]$ . Если  $MF_v(x) = 0$ , то это означает, что данное значение не принадлежит множеству  $B$ , а  $MF_v(x) = 1$  - означает полную принадлежность.

При изучении теории нечётких множеств обычно приводят примеры из быта или окружающей среды, например, горячий чай, дорогой товар, выходные дни недели и т.д. В контексте проведения данного диссертационного исследования наиболее уместными будут такие примеры, как надежный поставщик, быстрая доставка, высокий рейтинг и т.д.

Рассмотрим одно из таких логистических понятий с точки зрения теории нечётких множеств. Например, понятие высокий рейтинг логистического провайдера, оцениваемого по десятибалльной шкале, где оценки 1, 2, 3, 4 означают совершенно ненадежного поставщика, оценка 5 – надежного поставщика с вероятностью 0.2, оценка 6 – надежного поставщика с вероятностью 0.4, оценка 7 – надежного с вероятностью 0.6, оценка 8 – надежного с вероятностью 0.8, оценки 9 и 10 – абсолютно надежного поставщика:

$$B=\{0/1; 0/2; 0/3; 0/4; 0,2/5; 0,4/6; 0,6/7; 0,8/8; 1/9; 1/10\}. \quad (1)$$

Графическое представление данного понятия приведено на Рисунке 26.

Аналогичным образом можно представить любое понятие и любую характеристику логистического провайдера.

Для автоматизации управления взаимоотношениями с логистическими провайдерами, например, для автоматического проектирования параметров компланарного потока рассмотрим основные критерии, на основе которых принимается решение о сотрудничестве с данным провайдером. Критерии выбора могут быть различными и задаваться в зависимости от условий, в которых осуществляется принятие решений [167].



Рисунок 19 – Графическое представление надежности поставщика

Рассмотрим методику автоматизированного проектирования компланарных потоков на основе теории нечётких множеств. На первом этапе проектирования компланарного потока необходимо выбрать параметры, на основе которых будут производиться вычисления. Необходимые параметры будут передаваться в информационных сообщениях

с извлечением из них необходимых весовых значений коэффициентов для последующих вычислений других весовых значений результирующего параметра, которые будут использоваться либо для автоматического принятия решения, либо в качестве системы поддержки принятия решения (рекомендательная система).

На втором этапе на основе матричного счисления производится вычисление выходных весовых коэффициентов и ранжирование на их основе результатов.

На третьем этапе осуществляется принятие решения.

Рассмотрим на некотором абстрактном примере механизм автоматизированного ранжирования с последующим принятием решения на основе некоторого набора связанных информационных сообщений. Информационные сообщения поставляются в информационную систему с помощью специализированных программных инструментов – парсеров и агрегаторов, принцип работы которых описан в главе 5. Современные информационные системы вместе с самим информационным сообщением передают также и служебные данные, которые называются метаданными. Назначение метаданных – это описание основных данных. То есть метаданные – это данные о данных. Одним из способов управления данными является передача в метаданных основных свойств информационных сообщений:

актуальности,

важности,

надежности источника,

прагматичности (это свойство означает практическое предназначение информационного сообщения).

Основная задача приведенной модели – построить ранг услуг в зависимости от информационных сообщений. При этом каждое информационное сообщение будет обладать набором параметров или атрибутов. Для каждой задачи этот набор может быть определен отдельно.

Так и количество атрибутов для сообщений определяется исходя из потребностей или условий решаемой задачи. Влияние каждого атрибута сообщения на принятие решения должно автоматически учитываться алгоритмом. Но уже при трех и более сообщениях с разными наборами атрибутов человеку невозможно удержать в голове такое количество вариантов. Ведь даже для одного сообщения, содержащего 5 атрибутов возможно целых 120 комбинаций перестановок, каждая из которых может изменить принимаемое решение. Для трех таких сообщений по формулам комбинаторики количество перестановок будет уже равно 15! (1307674368000). Именно по этой причине теоретический аппарат статистики и комбинаторики не подходит из-за огромного количества вариантов, которые нужно обработать.

Для автоматизации ранжирования значимости информационных сообщений при принятии решения наиболее целесообразно использовать аппарат теории нечётких множеств.

В следующем примере будет рассмотрена модель выбора управленческого решения из пяти вариантов по пять информационных сообщений с пятью параметрами каждое, которые могут повлиять на принятие решения. Наборы решений, сообщений и параметров сведены в таблицах 4 и 5. Любое сочетание параметров информационных сообщений может повлиять на результат. Задача – определить такое сочетание информационных сообщений, которое наибольшим образом влияет на принятие решения.

Гибкость методики обеспечивается возможностью выбора именно тех параметров, которые будут влиять на принятие решения. При этом можно либо ограничиться несколькими параметрами, либо расширить данную методику до необходимого количества параметров. В реальных системах количество сообщений и параметров будет зависеть от постановки задачи.

Различные сочетания вариантов параметров сообщениях приводят к неоднозначности и нечёткости входных условий, которые затрудняют

принятие решения специалистом или экспертом. Например, от одного источника пришел один набор данных, от другого - другой набор, и они отличаются между собой степенью достоверности, актуальности, надежности и т.д., что ощутимо усложняет процесс принятия решения. Решением в данной ситуации может стать аппарат теории нечётких множеств, а именно нечёткая композиция бинарных отношений [119, 179].

Построить модель выбора можно на основе нечётких отношений, которые обозначим  $S$  и  $T$ . Каждому из указанных отношений необходимо сопоставить по два базовых множества. Обозначим их, соответственно  $X$  и  $Y$  – для первого отношения,  $Y$  и  $Z$  – для второго. Каждое из множеств будет содержать свой набор данных. Первое отношение  $S$  описывает отношение информационных сообщений и их параметров, второе  $T$  – отношение между сообщениями и источниками. Тогда множество  $X$  будет содержать набор атрибутов информационных сообщений, множество  $Y$  – информационные сообщения, а множество  $Z$  – варианты решений.

$X = \{\text{Актуальность; Важность; Достоверность; Надежность; Прагматичность}\}$

$Y = \{\text{Сообщение1; Сообщение2; Сообщение3; Сообщение4; Сообщение5}\}$  (2)

$Z = \{\text{Решение1; Решение2; Решение3; Решение4; Решение5}\}$

Каждый из атрибутов множества записан в нормализованном виде и используется в процессе выбора решения. Нормализация – это необходимая процедура преобразования данных по причине того, что входные данные, зачастую, имеют различные диапазоны и, иногда, могут отличаться на несколько порядков. Поскольку данные могут отличаться по смыслу, иметь различные источники происхождения, то для устранения сильного разброса абсолютных значений величин, данные подвергаются нормализации, то есть приводятся к единице за счет деления всех атрибутов на максимальное значение. В результате сокращается дисбаланс между различными критериями и атрибутами и модель будет работать более устойчиво за счет

сокращения объемов вычислений и обработке данных, находящихся в одном диапазоне значений.

Первое множество  $X$  с набором атрибутов информационных сообщений содержит нормализованные значения этих атрибутов: актуальность; важность; достоверность; надежность; прагматичность, которые оказывают влияние на выбор принимаемого решения в соответствии с весовыми коэффициентами значимости каждого атрибута. Второе множество  $Y$  содержит нормализованные значения информационных сообщений, которые по смыслу означают весовые коэффициенты значимости каждого информационного сообщения. Множество  $Z$  – это результирующее множество, которое будет содержать весовые коэффициенты для каждого варианта принимаемого решения, полученные на основе составления нечёткой композиции.

Первое отношение  $S$  характеризует качественные характеристики информационных отношений и их атрибутов, и строится на двух базисных множествах  $X$  и  $Y$ . Второе отношение  $T$  будет характеризовать набор вариантов при принятии решений. Тогда, обозначив каждый элемент множества соответствующей переменной, получим:

$$\begin{aligned} X &= \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\} \\ Y &= \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\} \\ Z &= \{z_1, z_2, z_3, z_4, z_5\} \end{aligned} \quad (3)$$

Все отношения содержат наборы нормализованных значений весовых коэффициентов, на основе которых осуществляется вычисление результирующих значений для множества  $Z$ . Весовые коэффициенты исходных множеств могут передаваться в систему двумя способами.

Первый способ – экспертный. Специалист предметной области заполняет значениями соответствующие поля в информационной системе, которые затем автоматически нормализуются и сохраняются в виде таблиц базы данных или хранилища данных. Этот способ является наиболее



затратным с точки зрения накопления данных, но, в то же время, наиболее качественным, так как в этом случае все поступающие данные будут изначально высокого качества и могут быть пригодны для обработки сразу же после внесения.

Второй способ – автоматическое извлечение и пополнение данных. Этот способ наиболее предпочтителен в случае больших объемов информации, когда эксперт не в силах совладать с большими объемами данных. Автоматизация при пополнении данных позволяет получать их в необходимом объеме и с необходимым временным интервалом для обеспечения необходимой актуальности. В автоматическом режиме можно организовать пополнение данных из других информационных систем, из Интернет-ресурсов, из собственных баз или хранилищ данных и других источников. Собранные весовые коэффициенты сохраняются в корпоративной базе данных и используются для вычислений нечётких композиций.

Таблица 4. Нечёткое отношение  $S$ : сообщение – свойства.

	Актуальность	Важность	Достоверность	Надежность	Прагматичность
Сообщение 1	0,9	0,4	0,8	0,5	0,4
Сообщение 2	0,5	0,4	0,8	0,2	0,7
Сообщение 3	0,9	0,7	0,9	0,8	0,6
Сообщение 4	0,8	0,8	0,5	0,6	0,8
Сообщение 5	0,7	0,5	0,3	0,6	0,9

Таблица 5. Нечёткое отношение  $T$ : сообщение–источник.

	Решение 1	Решение 2	Решение 3	Решение 4	Решение 5

Актуальность	0,3	0,7	0,8	0,7	0,4
Важность	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7
Достоверность	0,4	0,7	0,8	0,8	0,6
Надежность	0,4	0,8	0,5	0,9	0,8
Прагматичность	0,3	0,9	0,6	0,6	0,9

Для формирования первой матрицы отношений  $S$  выпишем данные из первой таблицы. В результате получим:

$$M_S = \begin{bmatrix} 0.9 & 0.4 & 0.8 & 0.5 & 0.4 \\ 0.5 & 0.4 & 0.8 & 0.2 & 0.7 \\ 0.9 & 0.7 & 0.9 & 0.8 & 0.6 \\ 0.8 & 0.8 & 0.5 & 0.6 & 0.8 \\ 0.7 & 0.5 & 0.3 & 0.6 & 0.9 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Вторая матрица отношений  $T$  формируется аналогично:

$$M_T = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.7 & 0.8 & 0.7 & 0.4 \\ 0.8 & 0.8 & 0.6 & 0.8 & 0.7 \\ 0.4 & 0.7 & 0.8 & 0.8 & 0.6 \\ 0.4 & 0.8 & 0.5 & 0.9 & 0.8 \\ 0.3 & 0.9 & 0.6 & 0.6 & 0.9 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Композицию нечётких отношений можно применить для матриц нечётких отношений  $S \otimes T$ . В таком случае результатом композиции двух рассматриваемых матриц  $S$  размерностью  $(n \times m)$  и  $T$  размерностью  $(m \times k)$  будет новая матрица  $Z$  размерностью  $(n \times k)$ , элементы которой будут вычисляться по формуле 6 [179]:

$$\mu_{S \otimes T}(\langle x_i, x_k \rangle) = \max_{x_j \in X_2} \left\{ \min \{ \mu_S(\langle x_i, x_j \rangle), \mu_T(\langle x_j, x_k \rangle) \} \right\} \quad (6)$$

$$(\forall \langle x_i, x_k \rangle \in X_1 \times X_3)$$

Детально алгоритм формирования результирующей матрицы будет выглядеть следующим образом:

1. Выписываются попарно минимальные значения первой строки первой матрицы и первого столбца второй матрицы. Для рассматриваемого примера получим:  $\min\{0.9, 0.3\}=0.3$ ,  $\min\{0.4, 0.8\}=0.4$ ,  $\min\{0.8, 0.4\}=0.4$ ,  $\min\{0.5, 0.4\}=0.4$ ,  $\min\{0.4, 0.3\}=0.3$ .
2. Из полученных значений минимумов формируется новый набор значений:  $\mu_{S \otimes T}(\langle x_i, x_k \rangle) = \{0.6, 0.4, 0.6, 0.4, 0.3\}$ .
3. Из сформированного набора значений выбирается максимум, индекс которого будет содержать номер строки из первой матрицы и номер столбца из второй матрицы:  $\max(\mu_{S \otimes T}(\langle x_1, x_1 \rangle)) = \max(\{0.6, 0.4, 0.6, 0.4, 0.3\}) = 0.6$ .

Все остальные элементы матрицы формируются аналогично:

$$\begin{aligned}
 M_{S \otimes T}(1,2) &= \max(\min\{0.9, 0.7\}, \min\{0.4, 0.8\}, \\
 &\min\{0.8, 0.7\}, \min\{0.5, 0.8\}, \min\{0.4, 0.9\}) = 0.7 \\
 M_{S \otimes T}(1,3) &= \max(\min\{0.9, 0.8\}, \min\{0.4, 0.6\}, \\
 &\min\{0.8, 0.8\}, \min\{0.5, 0.5\}, \min\{0.4, 0.6\}) = 0.8 \\
 M_{S \otimes T}(1,4) &= \max(\min\{0.9, 0.7\}, \min\{0.4, 0.8\}, \\
 &\min\{0.8, 0.8\}, \min\{0.5, 0.9\}, \min\{0.4, 0.6\}) = 0.8 \\
 M_{S \otimes T}(1,5) &= \max(\min\{0.9, 0.4\}, \min\{0.4, 0.7\}, \\
 &\min\{0.8, 0.6\}, \min\{0.5, 0.8\}, \min\{0.4, 0.9\}) = 0.6 \\
 M_{S \otimes T}(2,1) &= \max(\min\{0.5, 0.3\}, \min\{0.4, 0.8\}, \\
 &\min\{0.8, 0.4\}, \min\{0.2, 0.4\}, \min\{0.7, 0.3\}) = 0.4 \\
 M_{S \otimes T}(2,2) &= \max(\min\{0.5, 0.7\}, \min\{0.4, 0.8\}, \\
 &\min\{0.8, 0.7\}, \min\{0.2, 0.8\}, \min\{0.7, 0.9\}) = 0.7 \\
 M_{S \otimes T}(2,3) &= \max(\min\{0.5, 0.8\}, \min\{0.4, 0.6\}, \\
 &\min\{0.8, 0.8\}, \min\{0.2, 0.5\}, \min\{0.7, 0.6\}) = 0.8 \\
 M_{S \otimes T}(2,4) &= \max(\min\{0.5, 0.7\}, \min\{0.4, 0.8\}, \\
 &\min\{0.8, 0.8\}, \min\{0.2, 0.9\}, \min\{0.7, 0.6\}) = 0.8 \\
 M_{S \otimes T}(2,5) &= \max(\min\{0.5, 0.4\}, \min\{0.4, 0.7\},
 \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned}
& \min\{0.8,0.6\}, \min\{0.2,0.8\}, \min\{0.7,0.9\}) = 0.7 \\
M_{S \otimes T}(3,1) &= \max(\min\{0.9,0.3\}, \min\{0.7,0.8\}, \\
& \min\{0.9,0.4\}, \min\{0.8,0.4\}, \min\{0.6,0.3\}) = 0.7 \\
M_{S \otimes T}(3,2) &= \max(\min\{0.9,0.7\}, \min\{0.7,0.8\}, \\
& \min\{0.9,0.7\}, \min\{0.8,0.8\}, \min\{0.6,0.9\}) = 0.8 \\
M_{S \otimes T}(3,3) &= \max(\min\{0.9,0.8\}, \min\{0.7,0.6\}, \\
& \min\{0.9,0.8\}, \min\{0.8,0.5\}, \min\{0.6,0.6\}) = 0.8 \\
M_{S \otimes T}(3,4) &= \max(\min\{0.9,0.7\}, \min\{0.7,0.8\}, \\
& \min\{0.9,0.8\}, \min\{0.8,0.9\}, \min\{0.6,0.6\}) = 0.8 \\
M_{S \otimes T}(3,5) &= \max(\min\{0.9,0.4\}, \min\{0.7,0.7\}, \\
& \min\{0.9,0.6\}, \min\{0.8,0.8\}, \min\{0.6,0.9\}) = 0.8 \\
M_{S \otimes T}(4,1) &= \max(\min\{0.8,0.3\}, \min\{0.8,0.8\}, \\
& \min\{0.5,0.4\}, \min\{0.6,0.4\}, \min\{0.8,0.3\}) = 0.8 \\
M_{S \otimes T}(4,2) &= \max(\min\{0.8,0.7\}, \min\{0.8,0.8\}, \\
& \min\{0.5,0.7\}, \min\{0.6,0.8\}, \min\{0.8,0.9\}) = 0.8 \\
M_{S \otimes T}(4,3) &= \max(\min\{0.8,0.8\}, \min\{0.8,0.6\}, \\
& \min\{0.5,0.8\}, \min\{0.6,0.5\}, \min\{0.8,0.6\}) = 0.8 \\
M_{S \otimes T}(4,4) &= \max(\min\{0.8,0.7\}, \min\{0.8,0.8\}, \\
& \min\{0.5,0.8\}, \min\{0.6,0.9\}, \min\{0.8,0.6\}) = 0.8 \\
M_{S \otimes T}(4,5) &= \max(\min\{0.8,0.4\}, \min\{0.8,0.7\}, \\
& \min\{0.5,0.6\}, \min\{0.6,0.8\}, \min\{0.8,0.9\}) = 0.8 \\
M_{S \otimes T}(5,1) &= \max(\min\{0.7,0.3\}, \min\{0.5,0.8\}, \\
& \min\{0.3,0.4\}, \min\{0.6,0.4\}, \min\{0.9,0.3\}) = 0.5 \\
M_{S \otimes T}(5,2) &= \max(\min\{0.7,0.7\}, \min\{0.5,0.8\}, \\
& \min\{0.3,0.7\}, \min\{0.6,0.8\}, \min\{0.9,0.9\}) = 0.9 \\
M_{S \otimes T}(5,3) &= \max(\min\{0.7,0.8\}, \min\{0.5,0.6\}, \\
& \min\{0.3,0.8\}, \min\{0.6,0.5\}, \min\{0.9,0.6\}) = 0.7 \\
M_{S \otimes T}(5,4) &= \max(\min\{0.7,0.7\}, \min\{0.5,0.8\},
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \min\{0.3,0.8\}, \min\{0.6,0.9\}, \min\{0.9,0.6\}) &= 0.7 \\ M_{S \otimes T}(5,5) &= \max(\min\{0.7,0.4\}, \min\{0.5,0.7\}, \\ \min\{0.3,0.6\}, \min\{0.6,0.8\}, \min\{0.9,0.9\}) &= 0.9 \end{aligned}$$

Для получения итоговой матрицы результирующих отношений, выпишем полученные значения в соответствии с их индексами:

$$M_{S \otimes T} = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.7 & 0.8 & 0.8 & 0.6 \\ 0.4 & 0.7 & 0.8 & 0.8 & 0.7 \\ 0.7 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 \\ 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 & 0.8 \\ 0.5 & 0.9 & 0.7 & 0.7 & 0.9 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Теперь можно перевести полученную матрицу в результирующую таблицу, где для каждого управленческого решения будет приведен список информационных сообщений со степенью влияния каждого сообщения на конкретное решение:

Таблица 6. Нечёткая композиция отношений

	Решение 1	Решение 2	Решение 3	Решение 4	Решение 5
Сообщение 1	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6
Сообщение 2	0,4	0,7	0,8	0,8	0,7
Сообщение 3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Сообщение 4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Сообщение 5	0,5	0,9	0,7	0,7	0,9

По результатам обработки полученных значений можно выделить наиболее предпочтительные решения в зависимости от набора информационных сообщений. Например, в данном случае при такой комбинации информационных сообщений и вариантов управленческих решений наиболее оптимальным оказывается, что на основе Сообщения 1

наилучшим вариантом оказываются Решение 3 и Решение 4, а на основе Сообщения 5 – Решение 2 и Решение 5.

Главное преимущество таблицы 6 – это возможность автоматизации процесса выбора управленческого решения, которое стало возможным за счет структурированного представления данных. В таком виде можно выбирать решение на основе элементарного алгоритма выбора максимума из диапазона числовых значений [166].

Анализ алгоритма выбора управленческого решения показал, что данный процесс относительно легко поддается автоматизации. Исходные коэффициенты, которые могут быть как аргументами некоторых параметров, так и значениями функции принадлежности, получаемых различными способами (ручной ввод экспертом или автоматизированный сбор из информационных источников) и, являясь при этом атрибутами информационных сообщений, сохраняются в корпоративной базе данных.

Приведенная методика не предполагает механизма насыщения данных. Каким образом и на основе каких принципов будет производиться насыщение данных в данном контексте не предусматривается, но, поскольку данный вопрос является критически важным для системы в целом, то этот вопрос будет рассмотрен в разделе 5.3 совместно с моделями данных, входящих в состав компланарных потоков, принципа построения таксономии и онтологии предметной области.

Компланарные логистические потоки при использовании данной методики принятия решений получают важную особенность – возможность автоматизации проектирования маршрутов на основе наборов весовых коэффициентов для реализации функции адаптивности, что позволит устранить фактор субъективности при принятии управленческих решений.

## **4.2. Модель нейронной сети для автоматизированного выбора логистического провайдера**

Следующей важной задачей при реализации методологии адаптивно-интегрированной логистики является автоматизация второго этапа – получение весовых коэффициентов. Несмотря на то, что на первой итерации процесса весовые коэффициенты могут быть внесены в систему вручную экспертом предметной области, это абсолютно не подходит для промышленной реализации, где количество таких операций не поддается счету, поскольку должны выполняться в непрерывном режиме. Автоматизация процесса получения весовых коэффициентов для потока поступающих сообщений возможна только с применением самых современных технологий и при использовании достаточно мощного оборудования. Наиболее подходящей технологией для этой цели, по мнению автора, является технология искусственного интеллекта: нейронных сетей и машинного обучения.

Если задача является вычислительно сложной, например, тяжело алгоритмизируется или заранее не известен алгоритм для ее решения, то наиболее оптимальным решением будет применение нейронных сетей. В самом простейшем виде структуру нейронной сети можно представить в виде последовательности простейших условий «если-то» и решение принимается путем последовательного перебора всех вариантов с перемножением весовых коэффициентов и выбора максимального результата

Нейронные сети – это общее название математических алгоритмов, которые способны обучаться на примерах (образах, наборах параметров, ситуаций и т.д.). После обучения нейронные сети способны «узнавать» похожие объекты (ситуации, параметры и т.д.) даже по его фрагменту. Эта особенность нейронных сетей используется для решения задач классификации, распознавания, обработки сигналов, принятия решений и т.д.

Нейронная сеть – это набор нейронов, соединенных между собой связями, называемыми также синапсами. Компьютерная нейронная сеть

является сильно упрощенной моделью биологической нейронной сети, но при этом обладает достаточно интересными возможностями. Она способна анализировать и запоминать информацию, а в ряде случаев и воспроизводить информацию. Нейронная сеть применяется в тех случаях, когда нужно смоделировать работу аналитика (мозга человека), например, для решения задач классификации, распознавания образов, предсказания развития ситуации на основе отслеживая динамики изменения каких-либо факторов.

Нейрон является основным вычислительным дискретным элементом, на вход которого поступает информация, с которой производятся элементарные операции, и передает ее дальше. Набор нейронов одного уровня представляет собой слой.

Типовая нейронная сеть состоит из нескольких слоев, которых чаще всего применяется три. Однако, количество слоев может меняться в зависимости от требований, предъявляемых к точности решения. Например, может быть четыре, пять и более слоев. Выбор архитектуры нейронной сети является отдельной задачей, не входящей в предмет исследования, но с увеличением количества слоев увеличивается риск переобучения сети, что приводит к искажениям выходных данных.

Входной слой нейронной сети содержит нейроны, которые отвечают только за прием данных и не принимают участия в дальнейших вычислениях (Рисунок 27). Внутренние слои обрабатывают сигналы по специальным алгоритмам, которые учитывают весовые коэффициенты связей между нейронами. Выходной слой отвечает за принятие решения [216, 217].

Внутренние слои нейронной сети могут содержать различные алгоритмы, которые могут быть описаны различными математическими моделями. В рамках данного диссертационного исследования используются методы нечёткой логики, которые достаточно легко поддаются алгоритмизации.



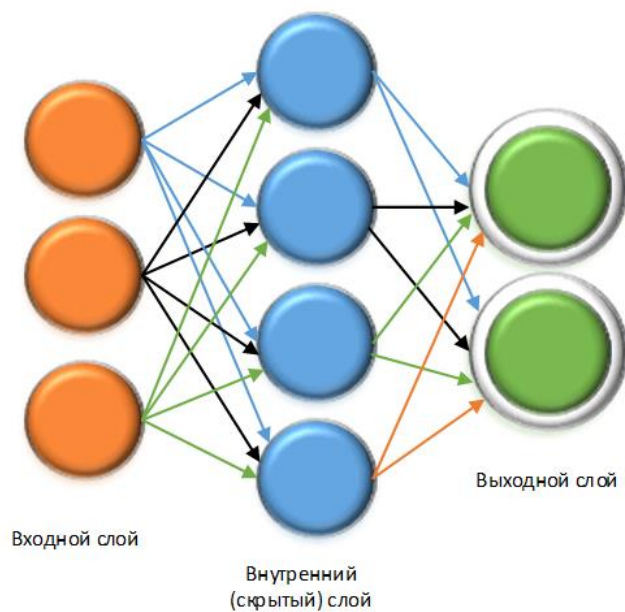


Рисунок 27 – Типовая структура нейронной сети

Математическая модель искусственного нейрона обычно представляется в следующем виде (см. Рисунок 28), которая описывается следующей математической моделью:

$$Y = f\left(\sum_{i=1}^n (x_i \cdot w_i)\right) \quad (9)$$

где  $x_i$  – входной параметр;

$w_i$  – вес параметра;

$Y$  – выходной параметр.

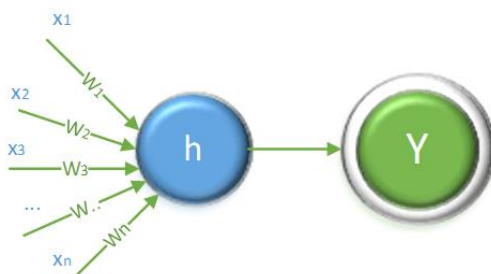


Рисунок 20 – Модель искусственного нейрона

Для многослойной нейронной сети таких преобразований нужно выполнить столько, сколько будет уровней в проектируемой сети (см. рисунок 28):

$$F_i = f\left(\sum_{i=1}^n (x_i \cdot W_i)\right) \quad (10)$$

$$Y = F_n\left(F_{n-1}\left(\dots\left(F_1(X)\right)\right)\right) \quad (11)$$

Первоочередной задачей при использовании нейронной сети для решения логистических задач является ее обучение, которое, по большому счёту, заключается всего лишь в расстановке весовых коэффициентов. Чем точнее будут подобраны эти коэффициенты, тем точнее будет работать нейронная сеть. Однако, уже на этом этапе могут возникнуть серьезные трудности, так как заранее неизвестен способ расстановки этих коэффициентов. Чтобы устранить неопределенность при расстановке весовых коэффициентов, используют связи нейронов по принципу «каждый-с-каждым». Правда в этом случае получается некоторая избыточность в связях, которые могут вообще не использоваться в вычислениях, но зато нет необходимости в их ручной расстановке.

Одним из частых приемов исключения связи из вычислений является установка ей нулевого значения весового коэффициента. При этом связь остается существовать, но в вычислениях не участвует.

Вычисление весовых коэффициентов осуществляется во время обучения нейронной сети с использованием алгоритмов обучения с учителем и без учителя, но при этом обязательно производится разделение массива данных на две выборки: обучающую и тестовую, на которой в дальнейшем производится тестирование обучения. При обучении с учителем эксперт предметной области вносит вручную соответствующие значения для каждого параметра, которые потом используются для принятия решения. При обучении без учителя нейронная сеть учится на обучающей выборке, в

которой уже имеются ответы на определенные комбинации параметров и затем обязательно проверяется качество обучения на тестовой выборке, сравнивая ответы нейронной сети с фактическими ответами.

Для получения весовых коэффициентов также можно использовать нечёткую композицию на основе матричного счисления. Но для работы этого алгоритма необходимо получить первоначальные матрицы, которые также могут быть получены с помощью машинного обучения. После обучения нейронная сеть способна работать с большими массивами данных и с достаточно высокой скоростью, сохраняя при этом высокую точность и достоверность выдаваемых результатов.

Одной из самых важных задач машинного обучения является повышение точности, но при чрезмерном уточнении параметров во время обучения появляется проблема переобучения. Переобучение нейронной сети – это ситуация, когда нейронная сеть на обучающей выборке выдает отличные результаты, но на реальных данных сеть выдает ошибочные результаты. Это вызвано тем, что для уточнения тестовых результатов сеть подстраивается под частные случаи, которые на реальных данных не могут быть использованы. С увеличением количества таких частных случаев и с учетом обработки частных случаев качество обучения в целом будет снижаться (см. Рисунок 29) [269].

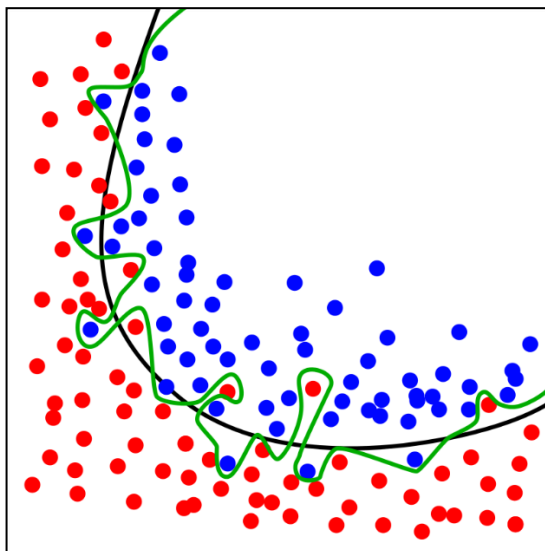


Рисунок 21 – Переобучение нейронной сети

Ситуация с переобучением отчётливо отображает зеленая линия, которая тщательно описывает все параметры модели, не допуская ошибок на тестовой выборке. Но в реальных условиях такая классификация будет давать достаточно много ошибок. Для того, чтобы не допустить возникновения такой ситуации, необходимо применять дополнительные меры, предотвращающие переобучение. К таким мерам относятся:

- Метод скользящего контроля;
- Регуляризация – добавление дополнительных ограничений;
- Ранняя остановка, используется для остановки обучения при достижении некоторого заданного параметра, например, процент правильных ответов;
- Вербализация нейронных сетей - описание принципов работы сформированной и обученной нейронной сети;
- Априорная вероятность;
- Байесовское сравнение моделей;
- Батч-нормализация – нормализация входных данных таким образом, чтобы получить нулевое математическое ожидание и дисперсию, равную единице;

- Метод ансамблей используется, когда вместо одной сети создается несколько ее копий и при одних и тех же входных данных вычисляется некоторое среднее выходное значение [198].

В случае зашумленных данных, когда имеются случайные выбросы, как показано, например, на Рисунке 30, результат обучения нейронной сети наилучшим образом будет описываться с помощью некоторой полиномиальной зависимости, которая будет выдавать максимально точные результаты на обучающей выборке и будет являть собой типовой пример переобучения. Но в реальности более точные прогнозы будет выдавать линейная аппроксимация [198].

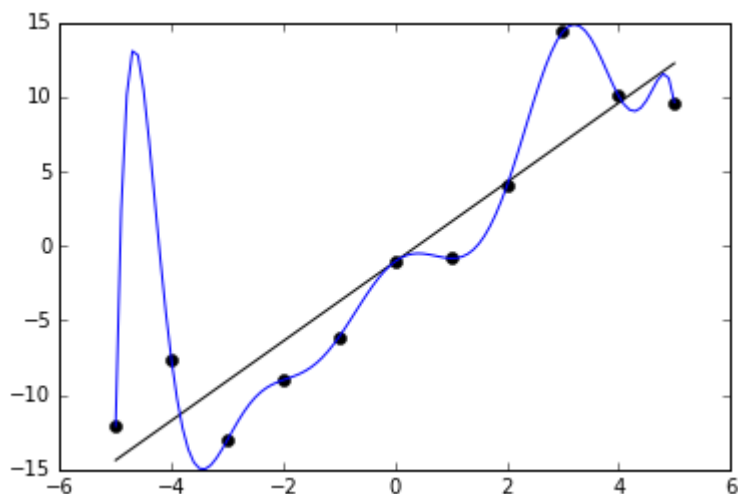


Рисунок 30 – Аппроксимация результатов экспериментов

В современных условиях экономического развития России логистика неотделима от масштабного внедрения новейших технологий в практическую деятельность компаний, оказывающих логистические услуги. С учётом особенностей функционирования и многообразия задач, решаемых провайдерами, целесообразно выявить особенности практического применения нейронных сетей в исследуемой сфере. Рассмотрим конкретный пример применения нейронной сети для решения задачи ранжирования информационных сообщений и логистических провайдеров. Ранжирование с

помощью нейронных сетей может осуществляться на основе различных алгоритмов, но в данном исследовании используется модель многослойного персептронного классификатора, которая оптимизирует функцию логарифмических потерь с помощью LBFGS или stochastic градиентного спуска [415].

Обучение нейронной сети производится на накопленных ретроспективных данных, в которых известны не только входные данные, но и полученный результат. Проектирование структуры нейронной сети осуществляется экспертом и заключается в задании количества внутренних слоев и количества нейронов на входном слое. Основной задачей эксперта является выбор оптимального количества слоев, так как при увеличении их количества может возникнуть проблема переобучения сети, а при малом количестве может быть ухудшение результатов прогноза. На рисунке 31 показан интерфейс конфигурирования структуры нейронной сети (количество внутренних слоев и количество входных нейронов).

← → ↻ 🏠 ⚠ Не защищено | simple-logistics.ru 🔍 ☆ 📱 🗨 📄 🌐

Приложения 🌐 трансформатор tes... ✈️ Авиабилеты 🌐 Яндекс 🌐 Авиабилеты 🌐 Яндекс | 📁 Другие закладки

## Логистическая нейронная сеть

Выбор логистического провайдера на основе нейронной сети осуществляется по результатам обучения на основе ретроспективных данных. Данные накапливаются в результате работы с операторами и контрагентами и результаты импортируются в промежуточный файл. На основе накопленных данных осуществляется обучение нейронной сети. Обучающая выборка составляет 85%, тестовая - 15% (для проверки правильности обучения). После обучения нейронная сеть может выдавать рекомендации по выбору логистического провайдера.

Введите значения входных параметров:

Введите число слов:  Введите число нейронов:

The diagram shows a fully connected neural network with four layers: an input layer of 10 red nodes, a hidden layer of 6 nodes with various green and orange values, another hidden layer of 6 nodes with values 1.0 and 0.9834, and an output layer of 6 nodes with values 0.0004, 0.9472, 0.0519, 0.0004, 1.0, and 0.0. A color scale on the right indicates Neuron Value from 0 (red) to 1 (green).

Рисунок 22 – Конфигурирование структуры нейронной сети

Количество входных нейронов соответствует количеству анализируемых параметров. Если для анализа информационного сообщения требуется 6 параметров, то каждый из этих параметров подается на вход соответствующего нейрона. Весовые значения связей между нейронами текущего и следующего слоя вычисляются на основе нечёткой композиции, рассмотренной в разделе 4.1. Процесс обучения нейронной сети выглядит следующим образом. Массив ретроспективных данных уже содержит результаты прошлых контрактов вместе с входными данными, то есть заведомо известно, при каких входных параметрах какие результаты сделок были в прошлом. Подавая на вход нейронной сети этот массив данных производится ее обучение, то есть нейронная сеть запоминает, при каких

входных данных какой результата получался. В дальнейшем эти данные используются уже при прогнозировании новых результатов. То есть, если входные данные будут иметь те же значения, что и при обучении (или очень близкими по значениям к ним), то результат может быть спрогнозирован с некоторой долей вероятности. Данная нейронная сеть находится по адресу <http://simple-logistics.ru/> и в настоящий момент работает как концептуальная модель, не адаптированная под конкретную цепь поставок. Для адаптации данной нейронной сети достаточно задать корректные входные параметры, соответствующие реальной цепи поставок.

Имеет смысл более детально рассмотреть основные принципы ранжирования, для решения одной из самых важных логистических задач, а именно выбор поставщиков товаров или услуг в рамках вычисления приоритета каждого поставщика. Для того чтобы выполнить качественное автоматическое ранжирование, необходимо вычислить взвешенное значение каждого из имеющихся параметров умножить на его вес, используя алгоритмы построения нечёткой композиции для получения параметров потоков (см. рисунок 32).

Принцип работы разработанной нейронной сети:

1. С веб-формы загружаются параметры: число нейронов в слое, число слоев нейронов.
2. Переданные сведения загружаются в память ЭВМ.
3. Если такие данные ранее не передавались (поступили новые входные данные), то происходит обучение модели на поступивших данных, если модель с такими данными существует, то используется она.
4. Осуществляется визуализация модели (отображаются графически архитектура нейронной сети).
5. В модель передаются входные значения  $x_1 - x_6$ .
6. При нажатии кнопки “Обучить” визуализируется работа нейронной сети на новых входных значениях.



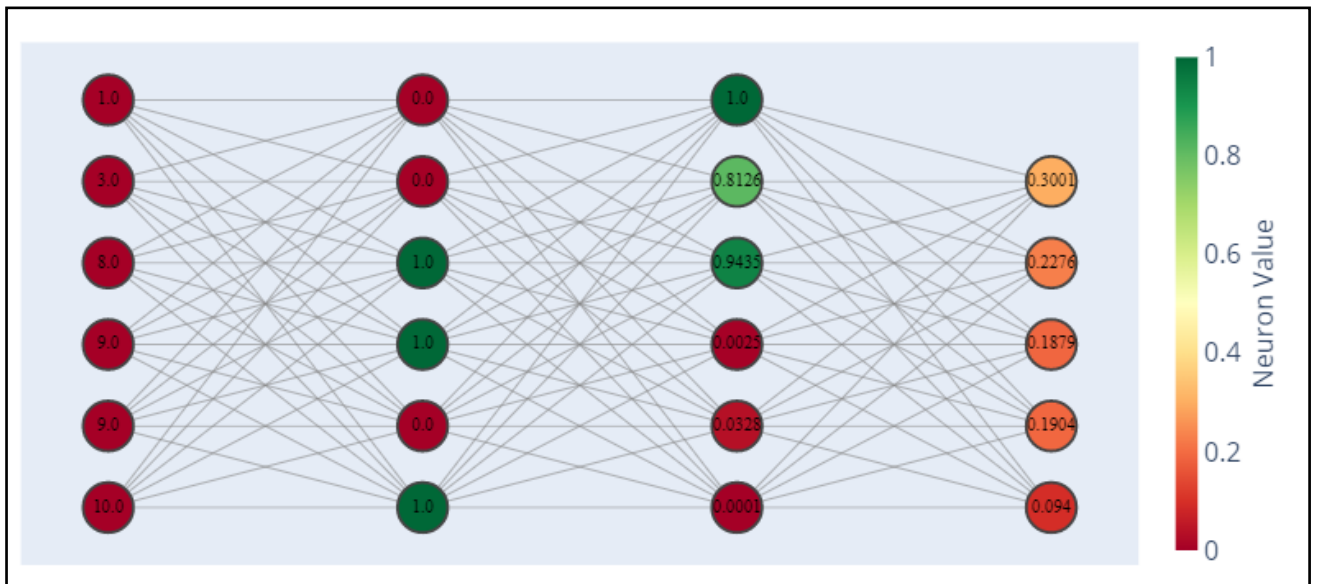


Рисунок 23 – Результат ранжирования логистических провайдеров

Входные значения могут быть дробным числом. Так как датасет содержит значения, порядок которых измеряется в единицах, то и входные значения необходимо задавать с тем же порядком. Если входные данные имеют другой порядок, то эти данные необходимо нормализовать.

Алгоритм работы прогноза и визуализации:

- Вектор входных данных подается на вход. После этого он используется в качестве переменных для каждого нейрона первого слоя. Нейрон - логит. Каждый нейрон вычисляет значение  $g(\beta * x + \beta_0)$ , где  $g = 1 / (1 + e(-x))$ .
- Результаты нейронов находятся в интервале от 0 до 1, и отправляются к каждому нейрону следующего слоя в качестве входных параметров.
- У выходного слоя функция  $g = e(x) / \sum(e(x))$ , где сумма идет по нейронам этого слоя. Значение интерпретируется как оценка за классы.
- Коэффициенты каждого логита находятся методом обратного распространения ошибки. Оптимизация алгоритмом стохастического градиентного спуска.

Увеличение числа нейронов может привести к переобучению. В этом случае входные параметры мало влияют на оценки за классы. Для

воспроизводимости результатов на начальном этапе зафиксирован метод seed генератора псевдослучайных чисел.

Алгоритм ранжирования информационных сообщений для определения приоритета принимаемых управленческих решений и алгоритм ранжирования надежности логистических провайдеров в данном случае не будут иметь принципиальных отличий. Разница будет заключаться только во входных параметрах.

Обобщённое представление механизма ранжирования представлен на рисунке 33.

Представленный на рисунке 33 механизм ранжирования позволяет учитывать различные параметры, такие как: другие источники (списки, создаваемые экспертами вручную, локальные базы данных, внешние источники, информационные системы внешних подрядчиков и др.), источники с избранными поставщиками и учет истории взаимодействия.

Статус «избранные» поставщики получают после того, как с их участием прошло несколько успешных сделок с положительным финансовым и репутационным результатом.

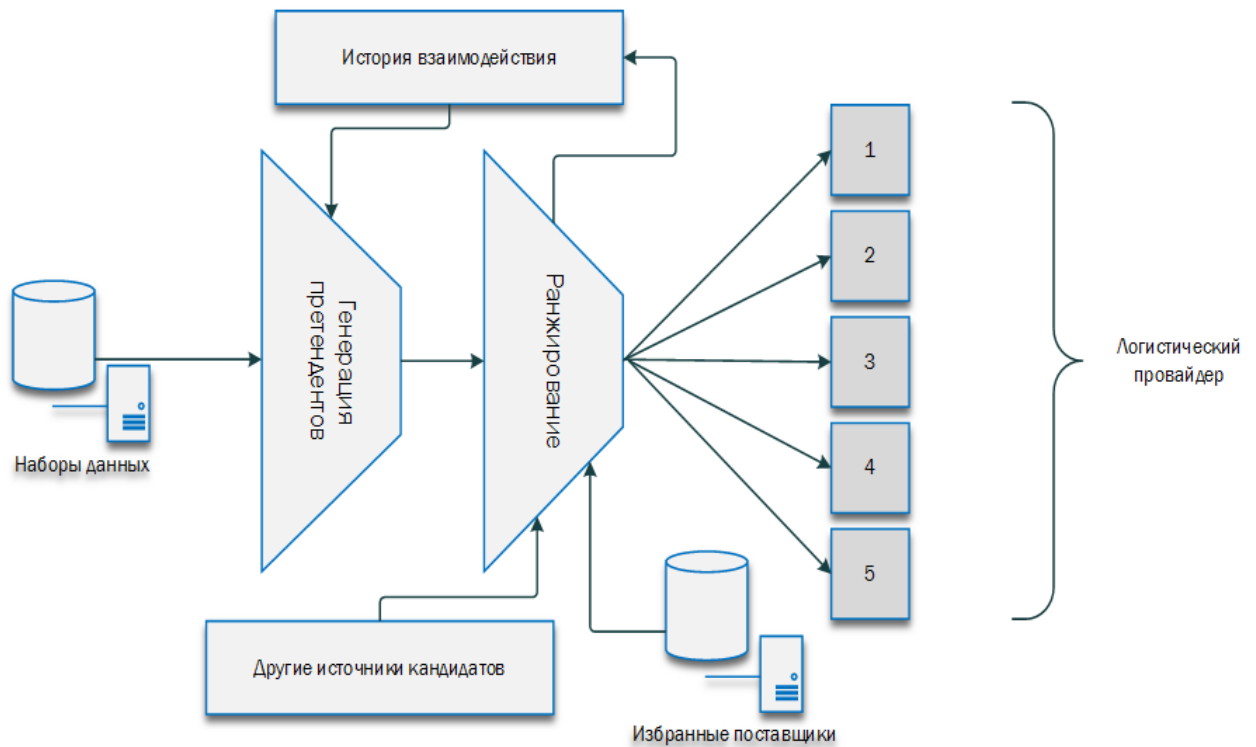


Рисунок 24 – Механизм ранжирования логистических провайдеров

История взаимодействия с каждым из поставщиков используется для реализации механизма обратной связи, на основе которой осуществляется корректировка весовых коэффициентов для последующего уточнения результатов выдачи нейронной сети. Данный механизм позволяет на каждой последующей итерации получать уточнение результатов. Процесс обучения не требует сложного математического моделирования, хотя достаточно требователен к вычислительной мощности. После обучения нейронная сеть способна выдавать вполне приемлемые результаты для поддержки принятия решения.

В данном примере нейронная сеть работает по модели простого линейного классификатора, который присваивает анализируемый объект к тому или иному классу, например, присваивая логистическому провайдеру (поставщику) статус надежного или ненадежного поставщика. В мета-данных каждого объекта можно хранить не только весовые коэффициенты, но и любые другие параметры.

Применение искусственного интеллекта позволит использовать собственные ретроспективные данные для обучения нейронной сети, которая будет снабжать информационные сообщения соответствующими метаданными, необходимыми для формирования параметров логистических потоков и выработки способов устранения логистических барьеров.

Кроме того, на базе данной технологии можно выполнять прогноз развития событий на основе сценариев «что-если» и формировать такие условия, при которых эффективность выполнения бизнес-процессов будет максимальной, а прогнозы благоприятными. Также искусственный интеллект способен добывать знания из «сырых» данных более эффективно по сравнению с человеком, способен синхронизировать бизнес-процессы всех участников логистической цепи.

Рассмотренная модель наглядно показывает, что автоматизация поддержки принятия решения возможна даже на основе неполных и неточных входных данных. За счет анализа ретроспективных данных во время обучения нейронная сеть способна самостоятельно восполнять отсутствующие параметры, что является главным ее отличительным признаком.

#### **4.3. Модель оценки рисков логистических провайдеров на основе компланарных потоков и лингвистических переменных**

В условиях высокой конкуренции на логистическом рынке процесс анализа рисков контрагентов и логистических провайдеров является повторяющейся задачей, а в условиях автоматизации планирования и проектирования компланарных потоков важность данной задачи многократно увеличивается, так как такой анализ должен выполняться непрерывно в автоматическом режиме. Окружающие условия постоянно изменяются и могут оказать влияние на качество проектирования компланарных потоков и на прибыльность контракта в целом. Непрерывный мониторинг надежности логистических провайдеров позволит обеспечить

максимально возможное удержание логистических операций и сделок в прибыльной зоне.

Главной трудностью при построении модели цепи поставок является точное определение ее параметров, так как многих из них не известны заранее и имеется высокая вероятность их изменения уже в ходе заключения контракта. Такой нечёткий характер параметров модели затрудняет ее построение, что усложняет управление бизнес-процессами и затрудняет оценку рисков.

Поддержка логистических бизнес-процессов в условиях неполной или неточной информации, в условиях внезапного, а иногда критического изменения условий контракта является неразрешимой задачей в условиях традиционного математического моделирования, так как получить недостающие параметры просто неоткуда. Изменение условий логистического контракта может произойти как по вине заказчика или подрядчика, так и по независящим от них причинам, что является форс-мажором, который в данном случае становится просто еще одним дополнительным параметром модели. Данная ситуация может быть разрешена при моделировании на основе теории нечётких множеств, а эффективность модели будет оцениваться способностью не только учитывать данные факторы в модели, но и удерживать при этом логистический контракт в прибыльной зоне в автоматическом режиме.

Проведение анализа рисков логистических провайдеров может осуществляться в различных режимах и с точки зрения реализации никаких отличий не будет, так как будет реализовано на основе одного и того же алгоритма. Запуск алгоритма может осуществляться:

- по расписанию,
- при проектировании очередной цепи поставок на основе копланарных потоков,

- при изменении контролируемых параметров и выходе их за пределы коридора допустимых значений,
- по требованию (принудительный ручной запуск).

Современный логистический сервис предоставляется потребителям на основе концепции 7R (7П) для повышения качества потребительского сервиса, повышения конкурентоспособности фирмы и увеличения объемов продаж, но динамические условия рынка требуют непрерывного реагирования на все происходящие изменения. В ручном режиме отслеживать большие объемы изменяющихся параметров рынка для удержания логистических сделок в прибыльных зонах невозможно, поэтому для решения данной задачи необходима качественная автоматизация. Другими причинами, осложняющими мониторинг сделок, являются изменение политической обстановки и изменение маркетинговой стратегии.

Рассмотрим более подробно методику оценки и анализа рисков возникновения убытков при проектировании логистической цепи и осуществлении логистических сделок. Наиболее подходящим способом решения данной задачи, по мнению автора, является применение теории нечётких множеств.

Предметом логистического контракта будет являться полный комплекс услуг, предоставляемых заказчику, для которых требуется оценить риск возникновения убытка. Нечёткое моделирование позволит предсказать вероятность появления такого риска на основе автоматизированного анализа параметров логистического контракта и повысить его эффективность. В качестве объектов моделирования будут выступать участники логистической цепи – потребители материальных потоков.

Кроме материальных потоков в логистическом контракте присутствует целый комплекс дополнительных услуг, включая информационное сопровождение на основе информационных потоков. В целом полученная модель будет способна оценивать вероятность возникновения риска

убыточности логистического контракта на основе набора входных параметров, что позволит повысить сократить возможные убытки и повысить конкурентоспособность логистического провайдера. Важно отметить, что данный процесс оценки вероятности рисков будет происходить в автоматизированном и непрерывном режиме, что автоматически придает ему свойства потока и позволяет рассматривать данный процесс как потоковую сервисную услугу.

Моделирование на основе теории нечётких множеств позволит повысить адаптивность логистических услуг и сделок к изменяющимся условиям рынка, а также соблюсти баланс между затратами на логистический сервис и приобретаемыми выгодами от их реализации.

В условиях реализации программ цифровизации, как при государственной поддержке, так и по инициативе бизнеса происходит создание цифровой бизнес-среды, которая постоянно расширяется и пополняется новыми услугами и возможностями. Непосредственное влияние на эффективность работы логистического оператора оказывает информационная система, а интеллектуальная компонента окажет дополнительное влияние на усиление позиций.

Разберем более подробно механизм управления риском логистического контракта.

В традиционной математике значения переменных задают обычными числовыми значениями, например,  $x=7$ , что означает, что некоторой числовой переменной присвоено некоторое числовое значение. Лингвистическая же переменная отличается тем, что ее значениями могут быть не только числа, но и явления, слова, предложения в формальном языке. Лингвистической переменной, например, можно присвоить такие значения, как «возраст», который может принимать значения: «очень молодой», «молодой», «средний», «старый», «очень старый». Значения этих переменных могут находиться в диапазоне от 0 до 100 и выше лет, но как провести чёткую границу между этими категориями? Очевидно, что границы

между категориями будут смазанными и на границах всегда будет возникать некоторые переходные зоны, когда человек уже не молодой, но еще и не старый. Аналогичная ситуация возникает со всеми трапециевидными числами, когда невозможно четко определить данную границу. Например, квалификация персонала, надежность поставщика, риск при заключении контракта и т.д. Слова, являющиеся нечеткими переменными, называются термами и объединяются в соответствующие множества, например, возраст. Термы рассматривают как имена нечетких множеств, которые задаются на некотором универсальном множестве  $U$  и имеют некоторую функцию принадлежности. Несмотря на то, что термы-множества описываются дискретными значениями, наибольший интерес представляют именно правила, по которым можно получить все возможные значения лингвистической переменной. Такое синтетическое правило можно рассматривать как алгоритм нахождения каждого элемента множества.

Лингвистические переменные допускают применение модификаторов «очень» «более или менее» к существующим термам, которые рассматриваются как операции концентрирования. Рассмотрим пример. Пусть лингвистическая переменная «надежность логистического провайдера» имеет базовое множество  $U=[0;100]$  и содержит множество значений степени надежности провайдера, измеряемых в процентах. Составные термы тогда будут содержать следующие атомарные термы: «ненадежный провайдер», «надежный провайдер». Поскольку атомарные термы уже входят в составные термы, то мы можем получить такие значения, как: «очень надежный провайдер», «более или менее надежный провайдер»,

Терм-множество лингвистической переменной «надежность провайдера»:

**$T(\text{надёжный}) = \text{надёжный} \cup \text{очень надёжный} \cup \text{ненадёжный} \cup \text{более или менее надёжный} \cup \text{вполне надёжный} \cup \text{не очень надёжный} \cup \text{не очень ненадёжный}$**



Каждый терм в  $T(\text{надежность})$  является нечётким подмножеством указанного универсального множества  $U=[0;100]$ .

Лингвистические переменные могут объединяться и составлять пары или составные лингвистические переменные [166].

### **Методика анализа надежности логистического провайдера**

Предлагаемая методика нечеткого анализа опирается на введение и использование лингвистической переменной  $r$  — «риск убытка контракта», для которого определяется универсальное множество  $[0, 1]$ , а множество ее значений задается как терм-множество  $R$ , где каждый терм будет именем нечеткого подмножества на отрезке  $[0, 1]$  в форме трапециевидного нечеткого числа.

Таблица функций принадлежности термов  $R_i$  составляется через функцию принадлежности  $\varphi(x)$  трапезоидного нечеткого числа  $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ :

$$\varphi(x) \begin{cases} 0, \text{ если } x < a_1; \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, \text{ если } a_1 \leq x \leq a_2; \\ 1, \text{ если } a_2 \leq x \leq a_3; \\ \frac{x-a_4}{a_3-a_4}, \text{ если } a_3 < x \leq a_4; \\ 0, \text{ если } x > a_4 \end{cases} \quad (12),$$

где  $\varphi(x)$  – функция принадлежности;

$x$  – нечёткое число - множество;

$a$  – дискретные параметры.

Значение функции принадлежности  $\varphi(x)$  есть мера истинности термина  $R_i$ . Заключение о риске убыточности контракта делается на основании совокупности значений его параметров  $X_i$ , состоящих из группы финансовых и нефинансовых показателей. Параметры выбираются так, чтобы рост каждого отдельного параметра  $X_i$  снижал риск убыточности логистического контракта, в противном случае используются параметры, имеющие противоположное поведение. При этом термины можно рассматривать как

имена нечётких множеств, определённых на некотором универсальном множестве  $U$  с собственной функцией принадлежности. Например,

$$X = \sum_U \frac{\mu_x(u)}{u} \text{ или } X = \int_U \mu_x(u) / u \quad (13),$$

где  $U$  – универсальное множество,

$X$  – элемент терм-множества лингвистической переменной  $x$ .

После выбора экспертом группы параметров учитывается, что финансовые показатели являются числовыми переменными, принимающими свои значения на некотором числовом промежутке, поэтому они рассматриваются как множество-носитель лингвистической переменной  $E_i$ , состоящее из группы термов, при этом каждая лингвистическая переменная  $E_i$  будет иметь трапециевидную функцию принадлежности  $\varphi(x)$ , поэтому таблица функций принадлежности термов  $E_i$  также составляется через функцию принадлежности  $j(x)$  трапезоидного нечеткого числа  $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$  по формуле (1).

Для формирования правил перехода от значений финансовых показателей к высказываниям о степени риска убыточности логистического контракта они оцениваются по степени их вклада в риск, причем после упорядочения их весов по возрастанию, итоговый вес каждого определяется по правилу Фишберна. После вычисления наблюдаемых весов каждого термина лингвистической переменной  $R_i$  получается значение самой переменной  $r$ . Рассмотрим ниже пример применения представленной методики для анализа риска убыточности логистического контракта [347].

#### **Пример анализа риска убыточности логистического контракта.**

Необходимо предоставить количественную оценку истинности экспертного заключения о риске выхода логистического контракта из зоны прибыльности.

Примем логистическую переменную  $r =$  «риск убыточности контракта». Универсальным множеством переменной  $r$  будет отрезок  $[0, 1]$ , а

множеством значений переменной  $r$  – терм-множество  $\mathbf{R} = \{\mathbf{R}_1, \mathbf{R}_2, \mathbf{R}_3, \mathbf{R}_4, \mathbf{R}_5\}$ , где:

$\mathbf{R}_1$  = «степень риска убыточности предельная»;

$\mathbf{R}_2$  = «степень риска убыточности высокая»;

$\mathbf{R}_3$  = «степень риска убыточности средняя»;

$\mathbf{R}_4$  = «степень риска убыточности низкая»;

$\mathbf{R}_5$  = «степень риска убыточности незначительная».

Каждый терм из множества  $\mathbf{R}$  суть имя нечеткого подмножества на отрезке  $[0, 1]$ . Пусть эти нечеткие подмножества примем как трапециевидные нечеткие числа (см. Рисунок 34).

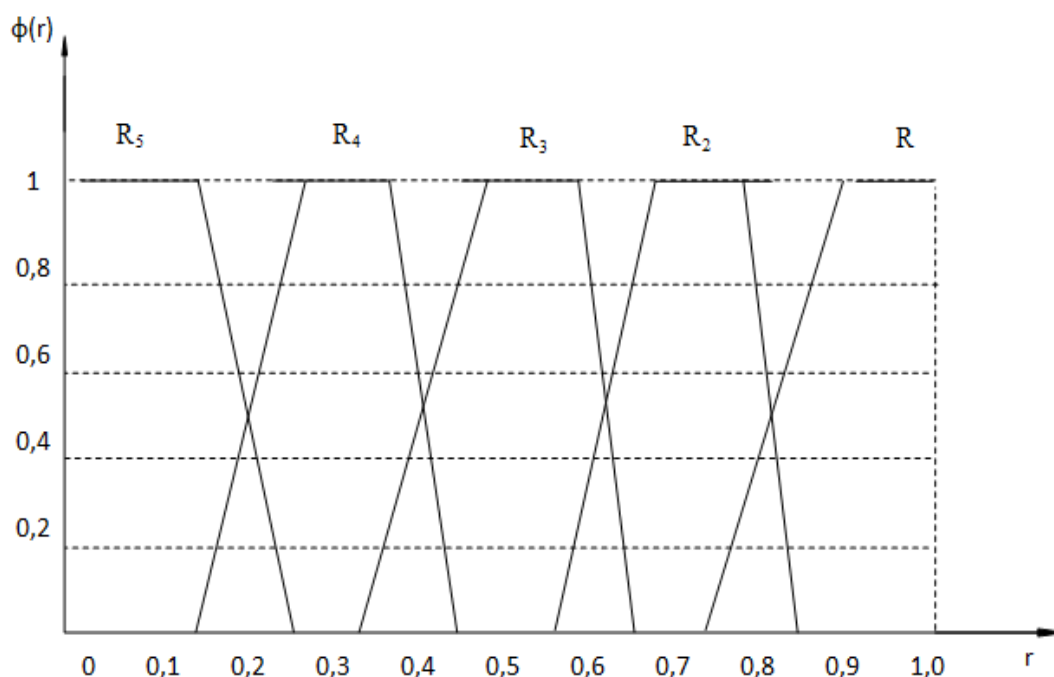


Рисунок 25 - Функция принадлежности подмножеств терм-множества  $r$

Интервал значений терм, проиллюстрирован в таблице 7. Согласно логике исследования, целесообразно построить таблицу функций принадлежности каждого терма (см. Таблица 8), используя формулу (12) функции принадлежности  $\varphi(x)$  трапезоидного нечеткого числа  $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ . Показатели значений терм  $i$ , представлены в таблице 9.

Таблица 7. Интервал значений терм

<b>Терм <math>R_k</math></b>	<b>Интервал значений</b>
<b><math>R_5</math></b> = «степень риска убыточности незначительная»	<b><math>R_5 \in [0; 0.25]</math></b>
<b><math>R_4</math></b> = «степень риска убыточности низкая»	<b><math>R_4 \in [0.15; 0.45]</math></b>
<b><math>R_3</math></b> = «степень риска убыточности средняя»	<b><math>R_3 \in [0.35; 0.65]</math></b>
<b><math>R_2</math></b> = «степень риска убыточности высокая»	<b><math>R_2 \in [0.55; 0.85]</math></b>
<b><math>R_1</math></b> = «степень риска убыточности предельная»	<b><math>R_1 \in [0.75; 1]</math></b>

Таблица 8. Функции принадлежности терм-множества  $r$

Терм $R_k$	Функция принадлежности нечеткого множества $R_k$
$R_5$ – «риск банкротства незначительный» $R_5 - \in [0; 0,25]$	$\varphi_5 = \begin{cases} 1, & \text{если } 0 \leq r \leq 0,15 \\ 10(0,45 - r), & \text{если } 0,15 < r \leq 0,25 \end{cases}$
$R_4$ – «низкая степень риска банкротства» $R_4 - \in (0,15; 0,45]$	$\varphi_4 = \begin{cases} 1 - 10(0,25 - r), & \text{если } 0,15 < x \leq 0,25 \\ 1, & \text{если } 0,25 < x \leq 0,35 \\ 10(0,45 - r), & \text{если } 0,35 < x \leq 0,45 \end{cases}$
$R_3$ – «степень риска банкротства средняя» $R_3 - \in (0,35; 0,65]$	$\varphi_3 = \begin{cases} 1 - 10(0,45 - r), & \text{если } 0,35 < x \leq 0,45 \\ 1, & \text{если } 0,45 < x \leq 0,55 \\ 10(0,65 - r), & \text{если } 0,55 < x \leq 0,65 \end{cases}$
$R_2$ – «степень риска банкротства высокая» $R_2 - \in [0,55; 0,85]$	$\varphi_2 = \begin{cases} 1 - 10(0,65 - r), & \text{если } 0,55 < x \leq 0,65 \\ 1, & \text{если } 0,65 < x \leq 0,75 \\ 10(0,85 - r), & \text{если } 0,75 < x \leq 0,85 \end{cases}$
$R_1$ – «предельный риск банкротства» $R_1 - \in [0,75; 0,1]$	$\varphi_1 = \begin{cases} 1 - 10(0,85 - r), & \text{если } 0,75 \leq r \leq 0,85 \\ 1, & \text{если } 0,85 < r \leq 1 \end{cases}$

Таблица 9. Показатели і значений терм

Показатель	Терм				
	$E_{i1}$	$E_{i2}$	$E_{i3}$	$E_{i4}$	$E_{i5}$
$X_1$	(0; 0; 0,1; 0,2)	(0,1; 0,2; 0,25; 0,3)	(0,25; 0,3; 0,45; 0,5)	(0,34; 0,5; 0,6; 0,7)	(0,6; 0,7; 1; 1)
$X_2$	(-1; -1; -0,005; 0)	(- 0,005; 0; 0,09; 0,11)	(0,09; 0,11; 0,3; 0,35)	(0,3; 0,35; 0,45; 0,5)	(0,45; 0,5; 1; 1)
$X_3$	(0; 0; 0,5; 0,6)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)	(0,7; 0,8; 0,9; 1)	(0,9; 1; 1,3; 1,5)	(1,3; 1,5; $\infty$ ; $\infty$ )
$X_4$	0; 0; 0,01; 0,03)	(0,03; 0,03; 0,08; 0,1)	(0,08; 0,1; 0,3; 0,35)	(0,3; 0,35; 0,5; 0,6)	(0,5; 0,6; $\infty$ ; $\infty$ )
$X_5$	(0; 0; 0,12; 0,14)	(0,12; 0,14; 0,18; 0,2)	(0,18; 0,02; 0,3; 0,4)	(0,3; 0,4; 0,5; 0,8)	(0,5; 0,8; $\infty$ ; $\infty$ )
$X_6$	( $-\infty$ ; $-\infty$ ; 0; 0)	(0; 0; 0,006; 0,01)	(0,006; 0,01; 0,06; 0,1)	(0,06; 0,1; 0,225; 0,4)	(0, 225; 0,4; $\infty$ ; $\infty$ )

Расчёты значений функции принадлежности от уровня показателя трапезоидного числа представлены в таблице

Таблица 10. Первичная обработка показателей

Наблюдаемое значение показателя		Уровень показателя (трапециодные числа)	Значение функции принадлежности	
I квартал	II квартал		I квартал	II квартал
$X_1 = 0,619$	$X_1 = 0,566$	$E_{15} = (0,6; 0,7; 1; 1)$ $E_{14} = (0,45; 0,5; 0,6; 0,7)$	$\varphi_{15} = 0,19$ $\varphi_{14} = 0,81$	$\varphi_{14} = 1$
$X_2 = 0,294$	$X_2 = 0,262$	$E_{23} = (9,09; 0,11; 0,3; 0,35)$	$\varphi_{23} = 1$	$\varphi_{23} = 1$
$X_3 = 0,670$	$X_3 = 0,622$	$E_{32} = (0,05; 0,6; 0,7; 0,8)$	$\varphi_{32} = 1$	$\varphi_{32} = 1$
$X_4 = 0,112$	$X_4 = 0,048$	$E_{42} = (0,02; 0,03; 0,08; 0,1)$ $E_{43} = (0,08; 0,1; 0,3; 0,35)$	$\varphi_{43} = 1$	$\varphi_{43} = 11$
$X_5 = 2,876$	$X_5 = 3,46$	$E_{55} = (0,5; 0,8; \infty; \infty)$	$\varphi_{55} = 1$	$\varphi_{55} = 1$
$X_6 = 0,113$	$X_6 = 0,008$	$E_{62} = (0; 0; 0,006; 0,01)$ $E_{63} = (0; 0; 0,006; 0,01)$ $E_{64} = (0,06; 0,1; 0,225; 0,4)$	$\varphi_{64} = 1$	$\varphi_{62} = 0,5$ $\varphi_{63} = 0,5$

Расчёты веса  $i$ -ого термина лингвистической переменной сведены в таблицу 11.

Таблица 11. Значение функции принадлежности лингвистической переменной за первый квартал

Вес терма $t_i$ лингвистической переменной $r$	Множество носитель $i$ -го терма лингвистической переменной $r$	Середина промежутка $R_i, \bar{r}_i$	$r_i = t_i \bar{r}_i$
$t_5 = \sum_{j=1}^6 h_j \varphi_{j1} = 0$	$R_5 \in [0; 0,25]$	0,125	0
$t_4 = \sum_{j=1}^6 h_j \varphi_{j2} = \frac{1}{6} \varphi_{32} = \frac{1}{6} \approx 0,16667$	$R_4 \in (0,15; 0,45]$	0,3	0.05
$t_3 = \sum_{j=1}^6 h_j \varphi_{j3} = \frac{1}{6} (\varphi_{23} + \varphi_{43}) = \frac{2}{6} \approx 0,33333$	$R_3 \in [0,35; 0,65]$	0,5	0,16667
$t_2 = \sum_{j=1}^6 h_j \varphi_{j4} = \frac{1}{6} (\varphi_{14} + \varphi_{64}) = \frac{1,81}{6} \approx 0,30167$	$R_2 \in [0,55; 0,85]$	0,7	0,21117
$t_1 = \sum_{j=1}^6 h_j \varphi_{j5} = \frac{1}{6} (\varphi_{15} + \varphi_{55}) = \frac{1,19}{6} \approx 0,19833$	$R_1 \in [0,75; 0,1]$	0,0875	0,01735
$t = \sum_{i=1}^5 r_i = 0,445$			



Таблица 12. Значение функции принадлежности лингвистической переменной за второй квартал

Вес терма $t_i$ , лингвистической переменной $r$	Множество носитель $i$ -го терма лингвистической переменной $r$	Середина промежутка $R_i, \bar{r}_i$	$r_i = t_i r_i$
$t_5 = \sum_{j=1}^6 h_j \varphi_{j1} = 0$	$R_5 \in [0; 0,25]$	0,125	0
$t_4 = \sum_{j=1}^6 h_j \varphi_{j2} = \frac{1}{6}(\varphi_{32} + \varphi_{62}) = \frac{1,5}{6} = 0,25$	$R_4 \in [0,15; 0,45]$	0,3	0,15
$t_3 = \sum_{j=1}^6 h_j \varphi_{j3} = \frac{1}{6}(\varphi_{23} + \varphi_{43} + \varphi_{63}) = \frac{2,5}{6} \approx 0,41667$	$R_3 \in [0,35; 0,65]$	0,5	0,20834
$t_2 = \sum_{j=1}^6 h_j \varphi_{j4} = \frac{1}{6} \varphi_{14} = \frac{1}{6} \approx 0,16667$	$R_2 \in [0,55; 0,85]$	0,7	0,11667
$t_1 = \sum_{j=1}^6 h_j \varphi_{j5} = \frac{1}{6} \varphi_{55} = \frac{1}{6} \approx 0,16667$	$R_1 \in [0,75; 0,1]$	0,0875	0,01458
$t = \sum_{j=1}^5 r_j = 0,490$			

На рисунке 35 показан алгоритм получения количественной оценки истинности экспертного заключения о риске выхода логистического контракта из зоны прибыльности.

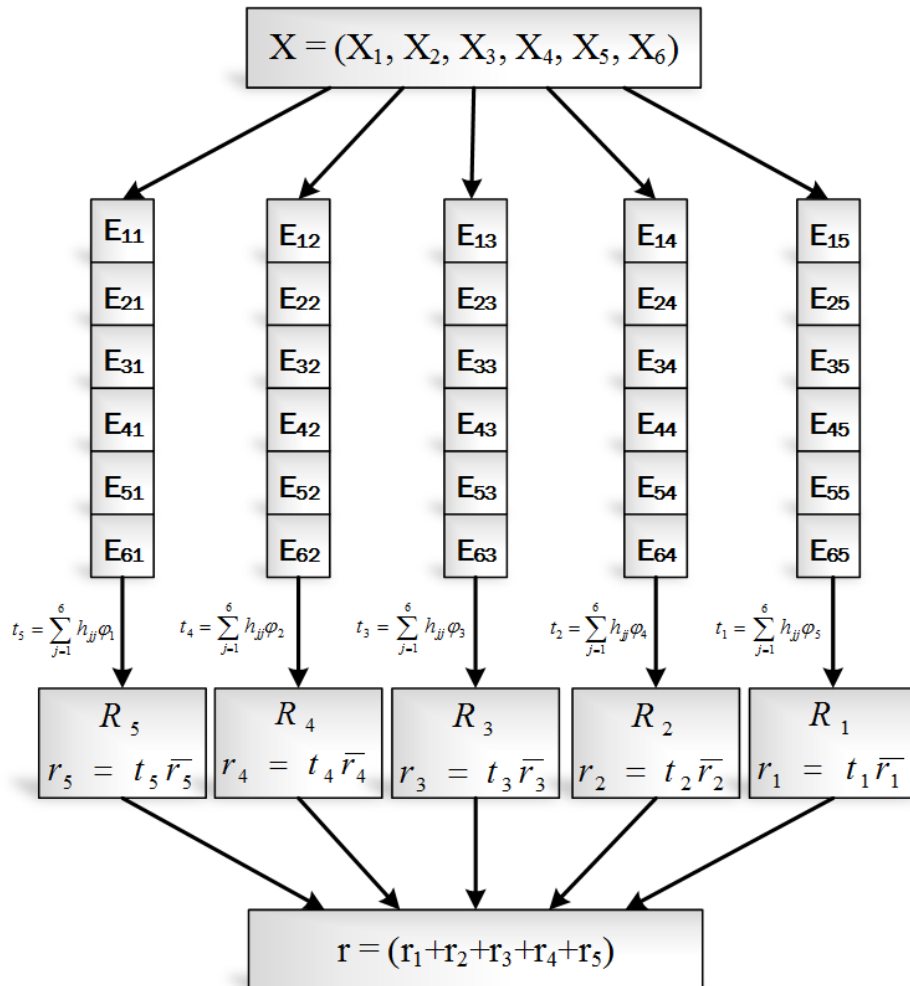


Рисунок 26 - Алгоритм повышения эффективности управления рисками

Рассмотренная методика анализа надежности логистического провайдера позволит значительно улучшить работу оператора с одной стороны и повысить качество обслуживания клиентов с другой. Главное её достоинство заключается в том, что все заинтересованные стороны могут с помощью искусственного интеллекта автоматически оценивать надежность поставщика достаточно оперативно и с высокой степенью достоверности.

#### **4.4. Модель прогнозирования спроса логистических услуг на основе цепей Маркова**

Развитие современной логистики тесно связано с развитием информационных технологий, которые позволяют применять новейшие алгоритмы для повышения эффективности логистических процессов. При этом сам факт наличия информационной системы не является конкурентным преимуществом. Как говорил в свое время Николас Карр, применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) не дает предприятию никакого конкурентного преимущества, что ИКТ для предприятия это такая же обеспечивающая инженерная инфраструктура, как, например, водопровод [151].

Развитие национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации» предполагает его финансирование в размере 1837,7 млрд.руб. до 31.12.2024г., основными целями которого являются создание надежной информационно-коммуникационной инфраструктуры с высокоскоростными каналами связи и развитие отечественного программного обеспечения [276]. Промышленный интернет вещей включает в себя промышленные контроллеры и датчики для обеспечения удаленного и автоматического управления промышленным оборудованием.

Для устранения дефицита пропускной способности интернет-каналов крупнейшие провайдеры сотовой связи реализуют программу по развитию технологии связи поколения 5G, которая будет превышать по скорости в 10-100 раз каналы связи LTE. Повышенная пропускная способность интернет-каналов позволит объединить территориально удаленное оборудование и обеспечить сбор информации от перемещающегося груза и транспорта без задержек.

Одной из важнейших проблем при выполнении прогнозов является неопределенность развития событий. Для качественного прогнозирования спроса на логистические услуги необходимо обладать актуальной и проверенной информацией, экспертными знаниями в предметной области и

иметь необходимые навыки и опыт. В случае, когда такую задачу приходится решать довольно часто, но с постоянно изменяющимися условиями, то необходимо данную задачу автоматизировать. Автоматизация экспертных функций всегда является крайне непростой задачей. Автоматизировать знания эксперта, его опыт и интуицию бывает крайне сложно, а иногда и невозможно. В данном случае необходима разработка специализированного программного обеспечения, способного решать подобные задачи с применением технологий искусственного интеллекта [49].

### **Прогнозирование на основе теории случайных процессов**

Теория случайных процессов – это раздел теории вероятностей, изучающий закономерности случайных явлений в динамике их развития. Случайные процессы описываются переменными состояниями, которые могут быть как дискретными, так и непрерывными и классифицируются по двум показателям – времени и состоянию. Если происходит случайное изменение в некоторый момент времени, то процесс будет являться дискретным. При наличии зависимости смены состояний от времени речь будет идти о процессе с непрерывным временем.

Поскольку время и состояние могут быть как дискретными, так и непрерывными, то в результате была получена следующая классификация:

1. Дискретное состояние и дискретное время;
2. Дискретное состояние, непрерывное время;
3. Непрерывное состояние, дискретное время;
4. Непрерывное состояние непрерывное время.

В научной и учебной литературе применяется несколько формулировок случайного процесса, однако самой распространенной является эта:

*«Случайным процессом  $X(t)$  называется процесс, значение которого при любом значении аргумента  $t$  является случайной величиной».*

Случайный процесс может быть записан в виде функции двух переменных:

$$X(t) = \varphi(t, \omega), \omega \in \Omega, t \in T, X(t) \in I,$$

(14)

где  $\omega$  – единичное событие,

$\Omega$  – пространство событий,

$T$  – область значений аргумента  $t$  функции  $X(t)$ ,

$I$  – множество возможных значений случайного процесса  $X(t)$ .

Широкое применение в теории случайных процессов получили марковские случайные процессы с дискретными состояниями. Теория марковских цепей относительно проста и понятна, и без особых сложностей поддается алгоритмизации и программированию.

Если протекающий в системе процесс имеет состояния  $S_1, S_2, S_3, \dots$ , которые зависят только от текущего состояния и не зависят от предыдущего, то такой процесс называется марковским.

### **Применение цепей Маркова для моделирования спроса на логистические услуги**

Теория цепей Маркова позволяет описать случайный процесс на основе только текущего состояния без учета истории перехода. Распределение будущих состояний также зависит только от текущего. Другими словами, можно сказать, что марковское событие не имеет эффекта памяти. Практически любое анализируемое событие можно рассматривать как марковское, если наделить его марковским свойством, то есть не учитывать историю перехода в это состояние.

Рассмотрим в качестве примера ситуацию с заключением логистического контракта между одним клиентом и двумя поставщиками. Дискретный характер состояний будет означать, что история заключения предыдущих сделок никак не влияет на заключение будущих. Смена состояний происходит в случайные моменты времени. Размещение заказов клиента может распределяться между поставщиками, либо заказ может быть отдан целиком одному из поставщиков. Отношения между участниками контракта могут быть описаны графически в виде графа (см. Рисунок 3б).

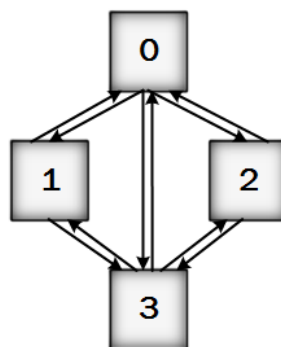


Рисунок 27 - Граф состояний заключения логистического контракта с двумя поставщиками

Каждый блок данного графа означает состояние процесса. Состояние 0 означает, что клиент не разместил ни одного заказа ни у одного из поставщиков. Состояние 1 означает полное размещение заказа у первого поставщика, состояние 2 – у второго, а состояние 3 – это размещение заказа сразу у обоих поставщиков двумя частями.

Если процесс не исключает одно событие при наступлении другого, то такая цепь называется ординарной. Стрелки означают направление отношения. В данном графе двойные стрелки означают двойную инициацию заказа. То есть клиент может сам разместить заказ у поставщика, а может сам поставщик сделать запрос клиенту.

Переменная  $\lambda$  означает вероятность заключения контракта или размещения заказа. При этом индекс означает направление связи. Например,  $\lambda_{01}$ , означает вероятность заключения контракта по инициативе клиента у поставщика №1, а  $\lambda_{10}$ , наоборот, инициацию контракта со стороны поставщика №1 (например, поставщик сам предложил клиенту некоторые особые условия, скидку, участие в программе лояльности и т.д.). Исходные значения вероятностей могут быть получены различными способами, например, как было описано в работе, с помощью нейронных сетей и нечёткой композиции, с помощью ретроспективного анализа или методом экспертных оценок. Отсутствующая связь обозначается в соответствующей позиции матрицы в виде нуля. В результате из исходного графа отношений одного

клиента и двух поставщиков получится следующая матрица состояний:

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & P_{01} & P_{02} & P_{03} \\ 1 & P_{10} & 0 & 0 & P_{13} \\ 2 & P_{20} & 0 & 0 & P_{23} \\ 3 & P_{30} & P_{31} & P_{32} & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Согласно правилу марковских событий (2), сумма каждой строки равна единице. При условии, что клиент может вообще не заключать никаких сделок и оставаться в этом состоянии сколь угодно долго, то сумма вероятностей по строке гарантированно будет равен единице (см. Формула 2).

$$\sum_{j=1}^k P_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots k \quad (2)$$

Составим матрицу состояний для графа, приведенного на рисунке 36.

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0,6 & 0,2 & 0,2 \\ 1 & 0,1 & 0 & 0 & 0,9 \\ 2 & 0,2 & 0 & 0 & 0,8 \\ 3 & 0,5 & 0,25 & 0,25 & 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

В тех позициях, где у графа нет связей, в матрице на соответствующих позициях вероятности будут равны нулю. Поскольку индексы указывают также и направление, то если между состояниями связь отсутствует полностью, то нулей в матрице будет два.

Выполним прогноз на несколько периодов вперед, основываясь только на текущем состоянии системы. Чтобы выполнить прогноз на второй период, необходимо использовать следующую формулу:

$$P_{n1}(2) = P_{nj} \cdot P_{j1} \quad (4)$$

После подстановки в эту формулу исходных матриц, получим:

$$P(2) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0,6 & 0,2 & 0,2 \\ 1 & 0,1 & 0 & 0 & 0,9 \\ 2 & 0,2 & 0 & 0 & 0,8 \\ 3 & 0,5 & 0,25 & 0,25 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0,6 & 0,2 & 0,2 \\ 1 & 0,1 & 0 & 0 & 0,9 \\ 2 & 0,2 & 0 & 0 & 0,8 \\ 3 & 0,5 & 0,25 & 0,25 & 0 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0,2 & 0,05 & 0,05 & 0,7 \\ 1 & 0,45 & 0,285 & 0,245 & 0,02 \\ 2 & 0,4 & 0,32 & 0,24 & 0,04 \\ 3 & 0,075 & 0,3 & 0,1 & 0,525 \end{pmatrix}$$

Для прогнозирования третьего периода следует воспользоваться той же формулой (4). То есть для получения матрицы состояний на третий период, необходимо перемножить матрицы состояний первого и второго периодов.

После перемножения матриц получим:

$$P(3) = \begin{pmatrix} & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0,365 & 0,295 & 0,215 & 0,125 \\ 1 & 0,0875 & 0,275 & 0,095 & 0,5425 \\ 2 & 0,1 & 0,25 & 0,09 & 0,56 \\ 3 & 0,3125 & 0,17625 & 0,14625 & 0,365 \end{pmatrix}$$

При переходе в следующее состояние марковская цепь «забывает» предыдущее состояние. Исходя из этого свойства марковские цепи приобретают одну интересную особенность – через некоторое количество последовательных прогнозов, матрица состояний стабилизируется. Для данной задачи это происходит на шестом шаге.

$$P(6) = \begin{pmatrix} & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0,241078763 & 0,239001 & 0,142556 & 0,377364 \\ 1 & 0,241092418 & 0,238986 & 0,142556 & 0,377366 \\ 2 & 0,241094714 & 0,238986 & 0,142557 & 0,377362 \\ 3 & 0,241094256 & 0,238996 & 0,14256 & 0,377349 \end{pmatrix}$$

Анализируя данную особенность, можно сделать вывод, что на основе данной модели нельзя делать долгосрочные прогнозы.

Рассмотрим далее ситуацию с одним клиентом и тремя поставщиками. Граф состояний в этом случае ощутимо усложнится и будет выглядеть как на рисунке 37.



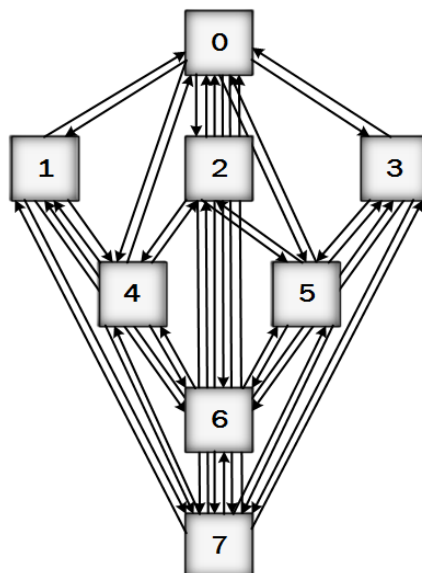


Рисунок 28 - Граф состояний для одного клиента и трех поставщиков

Используя аналогичный принцип формирования матриц, получим:

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & P_{01} & P_{02} & P_{03} & P_{04} & P_{05} & P_{06} & P_{07} \\ 1 & P_{10} & 0 & 0 & 0 & P_{14} & 0 & P_{16} & P_{17} \\ 2 & P_{20} & 0 & 0 & 0 & P_{24} & P_{25} & P_{26} & P_{27} \\ 3 & P_{30} & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{35} & P_{36} & P_{37} \\ 4 & P_{40} & P_{41} & P_{42} & 0 & 0 & 0 & P_{46} & P_{47} \\ 5 & P_{50} & 0 & P_{52} & P_{53} & 0 & 0 & P_{56} & P_{57} \\ 6 & P_{60} & P_{61} & P_{62} & P_{63} & P_{64} & P_{65} & 0 & P_{67} \\ 7 & P_{70} & P_{71} & P_{72} & P_{73} & P_{74} & P_{75} & P_{76} & 0 \end{pmatrix} \quad (5)$$

При комбинировании состояний заключения контракта (размещения заказа) получим следующий набор комбинаций: 0 – это отсутствие заказов, состояние 1 – это полное размещение заказа у первого поставщика, 2 – весь заказа у второго поставщика, 3 – весь заказ у третьего поставщика, 4 – разделение заказа между первым и вторым поставщиком, 5 – разделение заказа между вторым и третьим поставщиком, 6 – между первым и третьим и 7 – распределение заказа между всеми тремя поставщиками в некоторых пропорциях. Данный граф не содержит горизонтальных связей, что означает невозможность заключения заказа от имени клиента одним поставщиком у

другого.

Поскольку в данном алгоритме изменяется только размерность матриц, то дальнейшие вычисления не приводятся.

При плавном изменении состояний во времени, например, когда состояние заказов носит распределённый по времени характер, то вместо вероятностей необходимо использовать экспоненциальные функции распределения вероятностей по времени:

$$P_{i,j} = f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad (6)$$

где  $\lambda$  – вероятность наступления события;

$t$  – время.

Такая марковская цепь будет называться неоднородной и теперь, чтобы найти состояния системы в определенный момент времени, необходимо решить систему дифференциальных уравнений Колмогорова.

Для одного клиента и двух поставщиков (см граф на Рисунке 36) система уравнений будет описывать непрерывный поток событий и может быть записана в следующем виде:

$$\begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = \lambda_{20}P_2(t) + \lambda_{10}P_1(t) - \lambda_{01}P_1(t) - \lambda_{02}P_2(t) \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = \lambda_{01}P_0(t) + \lambda_{13}P_1(t) - \lambda_{10}P_1(t) - \lambda_{13}P_1(t) \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda_{02}P_0(t) + \lambda_{32}P_3(t) - \lambda_{20}P_2(t) - \lambda_{23}P_2(t) \\ \frac{dP_3(t)}{dt} = \lambda_{13}P_1(t) + \lambda_{23}P_2(t) - \lambda_{31}P_3(t) - \lambda_{32}P_3(t) \end{cases} \quad (7)$$

Для этого уравнения также справедливо правило, что сумма всех вероятностей событий равна единице:  $p_0(t) + p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) = 1$

При увеличении количества участников сделок сложность уравнений будет возрастать, что потребует существенных вычислительных мощностей и сеть Маркова может не подойти для решения данной задачи. В этом случае более подходящими могут оказаться другие методы, имеющие природу марковских цепей, например, метод динамики средних или имитационное моделирование.

Теория случайных процессов и, в частности, теория цепей Маркова, позволяет выполнить прогноз поведения системы, основываясь только на ее текущем состоянии без учета истории предыдущих изменений состояний.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что для обеспечения качественной информационной поддержки логистического провайдера крайне важно автоматизировать функции более высокого уровня, чем обычная операционная деятельность. Автоматизация экспертных функций является достаточно сложной задачей и требует использования соответствующих алгоритмов и моделей.

Предложенная модель является одним из компонентов методологии адаптивно-интегрированной логистики, который позволит автоматизировать функцию прогнозирования спроса для построения глобальных цепей поставок и позволит своевременно реагировать на изменение активности поставщиков и конкурентов.

### **Выводы по четвёртой главе**

Четвёртая глава посвящена разработке основ моделирования информационных потоков в логистике, делая акцент на управление компланарными потоками на основе нечетких алгоритмов.

Автоматизация логистических задач, связанных с проблемами выбора поставщика или товара, представляет собой достаточно серьёзную проблему, особенно при большом выборе вариантов в современных условиях. В работе предлагается ранжировать имеющиеся варианты и выстроить предпочтения с помощью аппарата нечётких множеств, который позволит алгоритмизировать процесс принятия решения, ранжирования или оценки ситуации.

Одним из существенных ограничений использования полученных моделей являются условия виртуализации взаимоотношений между участниками процесса. Это послужило отправной точкой для построения модели интеллектуального управления рисками.

Особый интерес для практического использования представляет применение модели прогнозирования спроса логистических услуг на основе цепей Маркова. Проведённое исследование позволило научно обосновывать вывод, что для большого количества состояний цепь Маркова может оказаться неприемлемой, так как существенно возрастает объем вычислений. Следовательно, необходимо воспользоваться методом динамики средних, который тоже имеет природу марковских цепей или имитационным моделированием.

Таким образом, на основе теории случайных процессов можно выполнять предсказание поведения системы на несколько шагов вперед, в которой ее текущее состояние не зависит от предыдущего.

## **Глава 5. Концептуальная архитектура адаптивного сервиса и оценка экономической эффективности логистических провайдеров**

### **5.1. Принцип самоадаптации и архитектура компланарных потоков для логистических провайдеров 5PL+**

Основной функцией адаптивного модуля логистической информационной системы является автоматизированная подготовка данных и поддержка принятия решений с применением компланарных потоков. Для подготовки необходимых данных требуется построить соответствующие модели, на основе которых будет производиться автоматизация, а также разработать логическую архитектуру и принципы работы модуля информационной системы. Рассмотрим более подробно методику автоматизированного проектирования компланарных потоков.

Целесообразно рассмотреть вначале общий принцип реализации функции адаптивности. Для автоматизации логистических процессов в виртуальном пространстве необходимо специализированное программное обеспечение. Основное назначение информационного модуля заключается в наличии адаптивных механизмов, способных значительно уменьшить влияние человеческого фактора при обработке и анализе информации, а особенно при принятии решений. Главной особенностью виртуального пространства является тот факт, что один и тот же алгоритм может повторяться многократно и именно в этом случае автоматизация позволит достичь максимального эффекта.

Для автоматизации процесса принятия решений необходимо сформировать специальные информационные блоки, в которых будут содержаться не только информационные сообщения, но и служебные данные, которые также называются мета-данными. На основе этих мета-данных осуществляется управление основным информационным сообщением. В блоке мета-данных могут содержаться сведения об отправителе, получателе, дате и

времени, служебные коэффициенты, на основе которых осуществляется ранжирование сообщений по степени достоверности, полезности, актуальности и другим характеристикам информации.

Структура информационного сообщения, снабженного блоком метаданных приведена ниже (см. Рисунок 29).

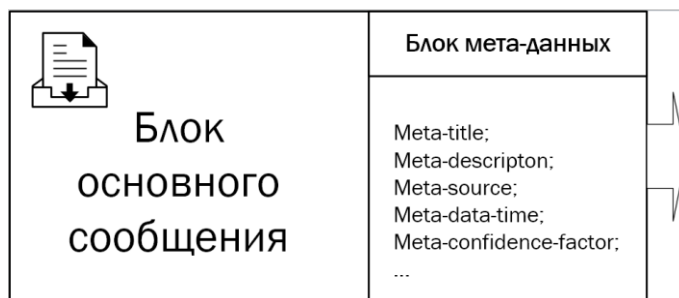


Рисунок 29 – Структура блока информационного сообщения

Для хранения информационных сообщений необходимо разработать базу данных соответствующей структуры, в которой коэффициенты будут храниться в отдельных таблицах на основе реляционных отношений. Этот способ позволит сократить объемы информации, передаваемой между сервером баз данных и клиентским приложением. Все вычисления должны выполняться на стороне сервера приложений.

Для получения коэффициентов надежности, достоверности, актуальности и других, необходимо использовать методы искусственного интеллекта (нейронные сети) и принципы нечёткой композиции. Значения коэффициентов вычисляются на основе методов теории нечётких множеств (при помощи построения нечёткой композиции и лингвистической переменной). С помощью специально обученных нейронных сетей производится автоматический расчет необходимых коэффициентов, на основе которых в дальнейшем выбирается логистический провайдер – поставщик услуг.

За счет применения итерационного подхода и наличия механизма обратных связей полученные значения коэффициентов снова передаются на

вход информационного модуля. Таким образом, при выполнении каждой следующей итерации будут учитываться существующие значения коэффициентов, что позволит осуществлять автоматизированный контроль за процессом принятия решения, возникающими отклонениями коэффициентов от допустимых значений, что может говорить об изменении условий взаимоотношений с логистическим поставщиком, изменении активности конкурентов или конъюнктуры рынков.

Запуск каждой последующей итерации производится в условиях непрерывного контроля коэффициентов информационного сообщения. В случае каких-либо отклонений производится автоматическая корректировка их значений.

Проектирование компланарных потоков, которое заключается в автоматическом получении коэффициентов информационных сообщений, осуществляется с помощью интеллектуального информационного модуля логистической информационной системы на основе нейронной сети и методов теории нечётких множеств. Агрегатор – программа для объединения и сортировки собираемых данных – (см. Рисунок 30) осуществляет сбор необходимых данных и передает их в интеллектуальный модуль для первичной обработки. Затем производятся вычисления необходимых параметров потока, принцип получения которых описан в главе 4, и на выходе проверяются полученные значения новых коэффициентов. Если возникающие отклонения превышают допустимые, то запускается сценарий, требующий вмешательства специалиста. Каждая выполненная итерация вносит определенные корректировки в формирование существующего коридора значений, что позволяет в автоматическом режиме корректировать параметры компланарных потоков, в чем и заключается смысл самоадаптации.

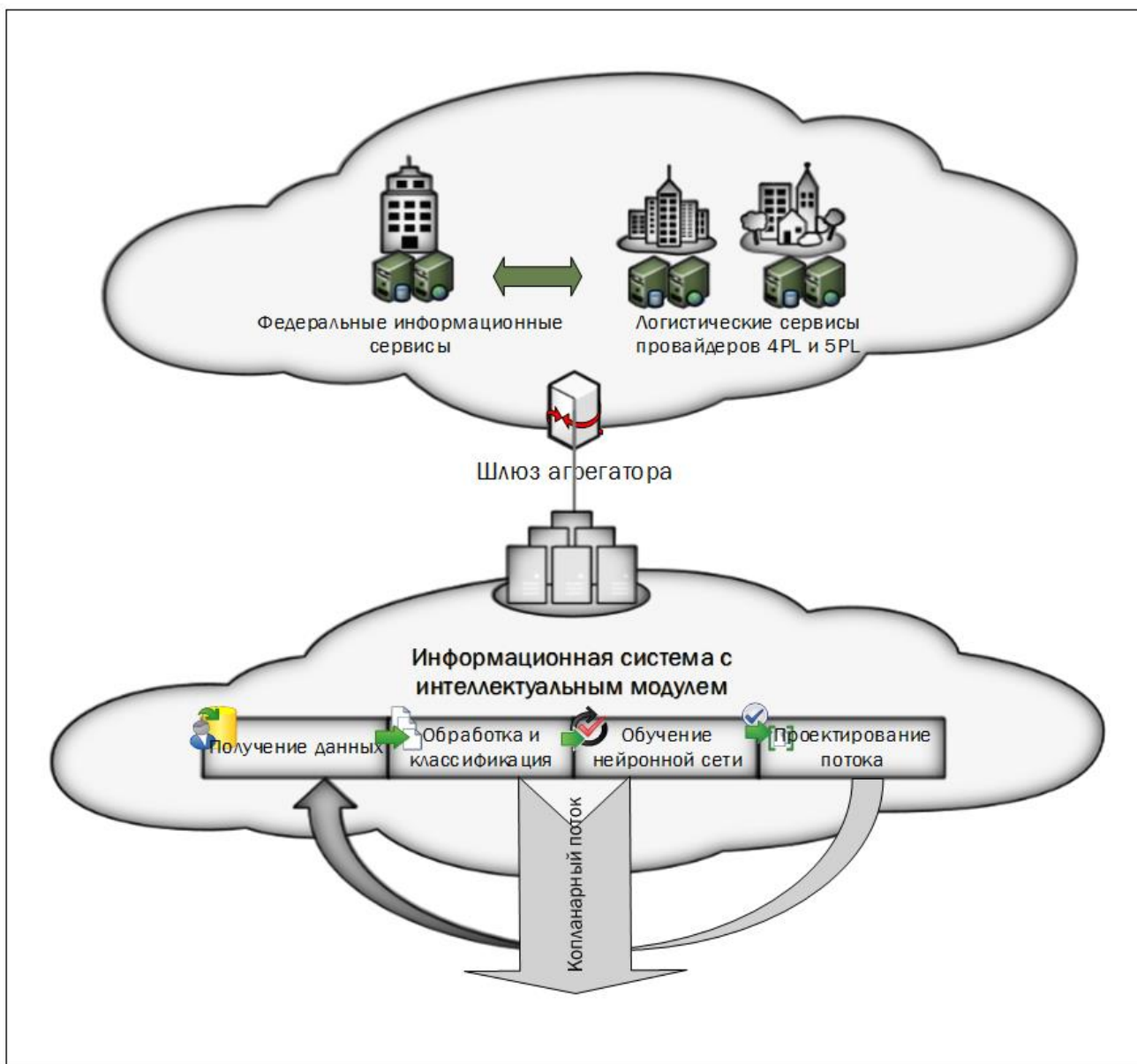


Рисунок 30 – Концептуальная архитектура логистической информационной системы с интеллектуальным модулем

При проектировании копланарных потоков неизбежно возникают трудности в получении первичных значений коэффициентов, на основе которых в дальнейшем будет реализовываться механизм самоадаптации. Для решения данной трудности можно воспользоваться одним из двух способов. Первый – это привлечение специалиста предметной области для проведения экспертной оценки. Этот способ наиболее затратный с экономической точки зрения, так как требует глубокого погружения специалиста в процесс вычисления первичных коэффициентов и обучения нейронной сети. При этом



точность и качество обучения нейронной сети оказывается гораздо выше, чем при автоматическом обучении. В данном случае автоматизация этого этапа невозможна, к тому же возникает риск совершения ошибки из-за человеческого фактора – усталости и невнимательности.

Второй способ – это автоматическое обучение нейронной сети на специально подготовленной выборке данных. Качество обучения в этом случае на первой итерации будет ниже, так как нейронной сети еще не с чем сравнивать получаемые результаты. Однако стоит подчеркнуть, что по мере накопления данных будет происходить постоянное увеличение качества данных. Через некоторое количество итераций, которое будет зависеть от модели нейронной сети (в рассматриваемом случае от количества нейронов и количества слоев) наступит стабилизация и оба рассмотренных способа станут работать одинаково.

Выбор способа для первичного получения коэффициентов осуществляется на основе степени влияния возможных ошибок на принятие решений. Если нейронная сеть интеллектуального модуля не будет сама принимать решений, а будет лишь способствовать этому, выступая в роли системы поддержки принятия решений, то на первых этапах ее можно использовать как электронного советника, а после завершения обучения сеть можно перевести в автономный режим для автоматического управления компланарными потоками.

Если же появление разброса в значениях коэффициентов или вероятные ошибки недопустимы, то необходимо использовать первый способ, с помощью получения коэффициентов и обучения сети с привлечением экспертов.

Механизм самоадаптации компланарных потоков основан на обратных связях см. Рисунок

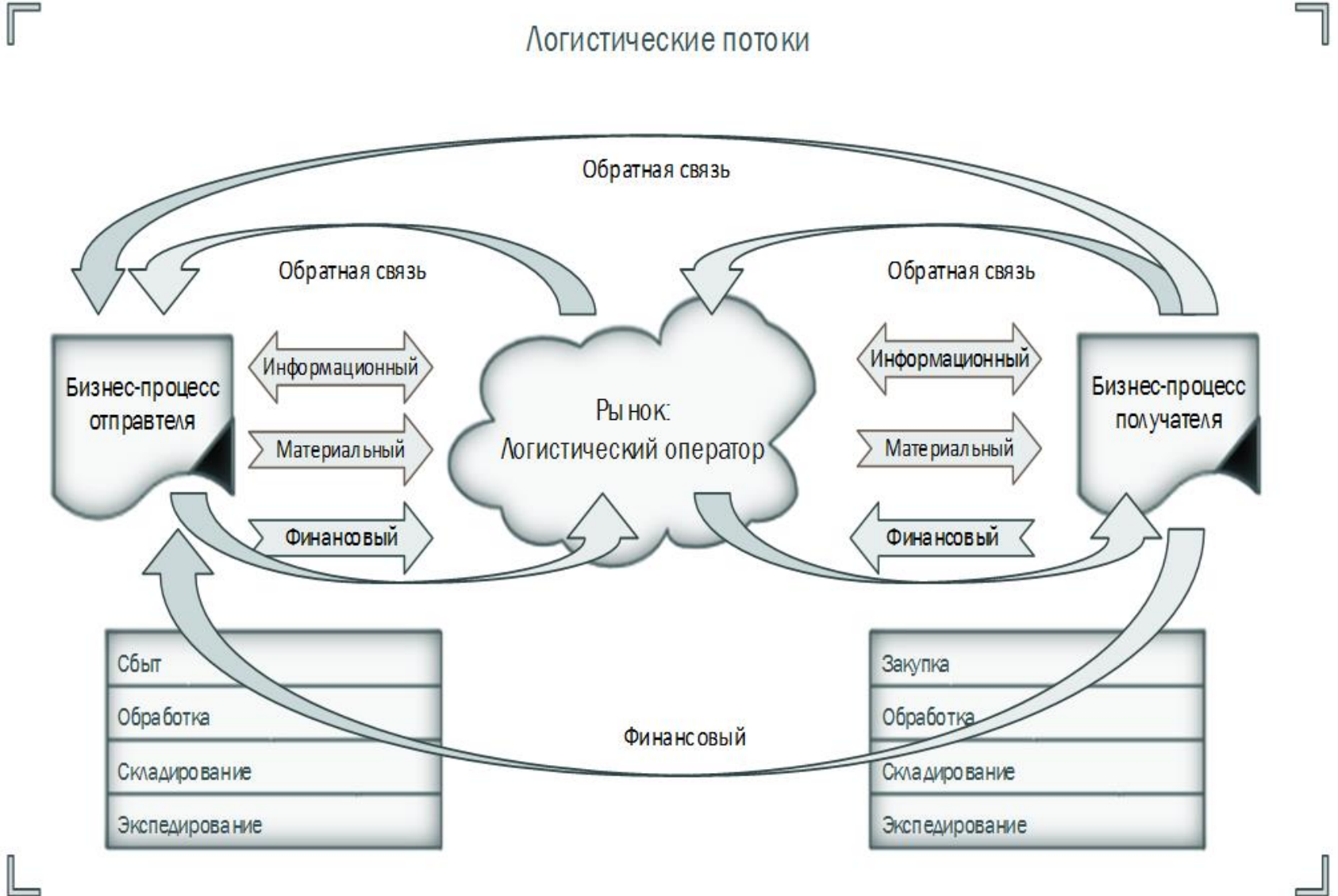


Рисунок 40 – Механизм реализации обратных связей

В логистической цепи информационные потоки движутся между участниками в обе стороны, и в обратном информационном потоке (посредством которого реализуется обратная связь) будут содержаться необходимые коэффициенты для корректировки процесса, происходящего на следующей итерации. Именно на их основе будет выполняться самоадаптирующаяся корректировка параметров компланарных потоков, в которых будут содержаться сведения о маршруте потока. То есть компланарный поток может вызывать изменение структуры логистической цепи, но только в пределах виртуального пространства.

В случае необходимости (например, появление в логистической цепи материальных товаров) и благодаря наличию в компланарном потоке всех необходимых данных, содержащихся в блоке мета-данных, компланарный поток может быть разделен на три потока: информационный, финансовый и материальный. После разделения потоки могут управляться традиционным способом.

В основу механизма обратных связей заложен цикл управления качеством PDCA – цикл Деминга-Шухарта, смысл которого заключается в непрерывном повышении качества процессов принятия решения (см Рисунок 31).

Цикл Деминга-Шухарта состоит из четырёх этапов: Plan-Do-Check-Act (Планирование-Действие-Проверка-Выполнение). Разработка плана действий необходима для понимания направления действий, сроков и ресурсов. Второй этап – «выполнение» – это реализация первой итерации. На этапе проверки производится первичное тестирование параметров и проверка ошибок. Заключительный этап «корректировка» необходим для выработки корректирующих параметров потока.

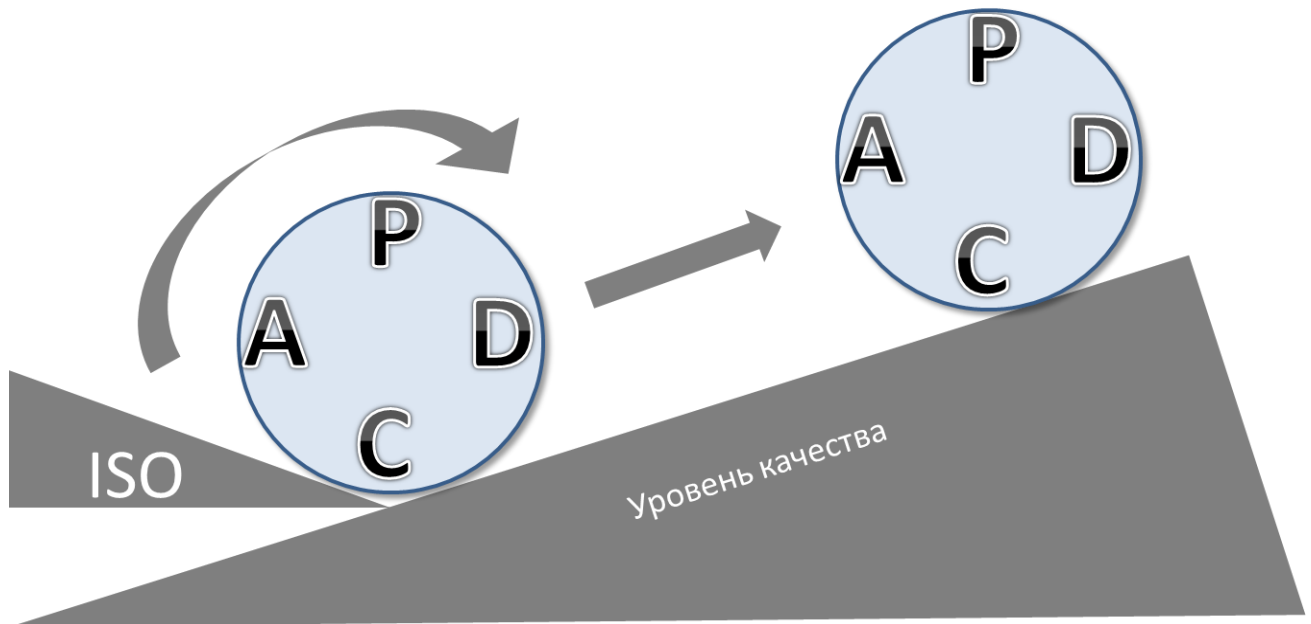


Рисунок 31 – Цикл Деминга-Шухарта

При завершении каждого этапа цикла происходит вычисление корректирующих коэффициентов компланарных потоков с последующей записью их в базу данных информационной системы. На основе этих коэффициентов производится корректировка параметров следующего цикла. Таким образом, каждая последующая итерация будет получать корректирующие параметры от предыдущей итерации для автоматической корректировки компланарных потоков. В соответствии с моделью Деминга-Шухарта за счет итерационного подхода и непрерывного корректирования параметров каждое последующее решение будет качественнее предыдущего.

Непрерывное повышение качества логистических услуг позволит извлечь финансовую выгоду для провайдера за счет повышения лояльности и удовлетворенности клиентов, что способствует к повторному обращению.

В основу предоставления логистических услуг, оказываемых провайдерами 5PL и 5PL+ закладывается итерационный принцип Деминга-Шухарта, реализуемый посредством логистической информационной системы с применением компланарных потоков, как основного компонента адаптивного сервиса, реализуемого отдельным информационным модулем.

На рисунке 42 приведена концептуальная архитектура интеллектуального модуля, входящего в состав информационной системы.

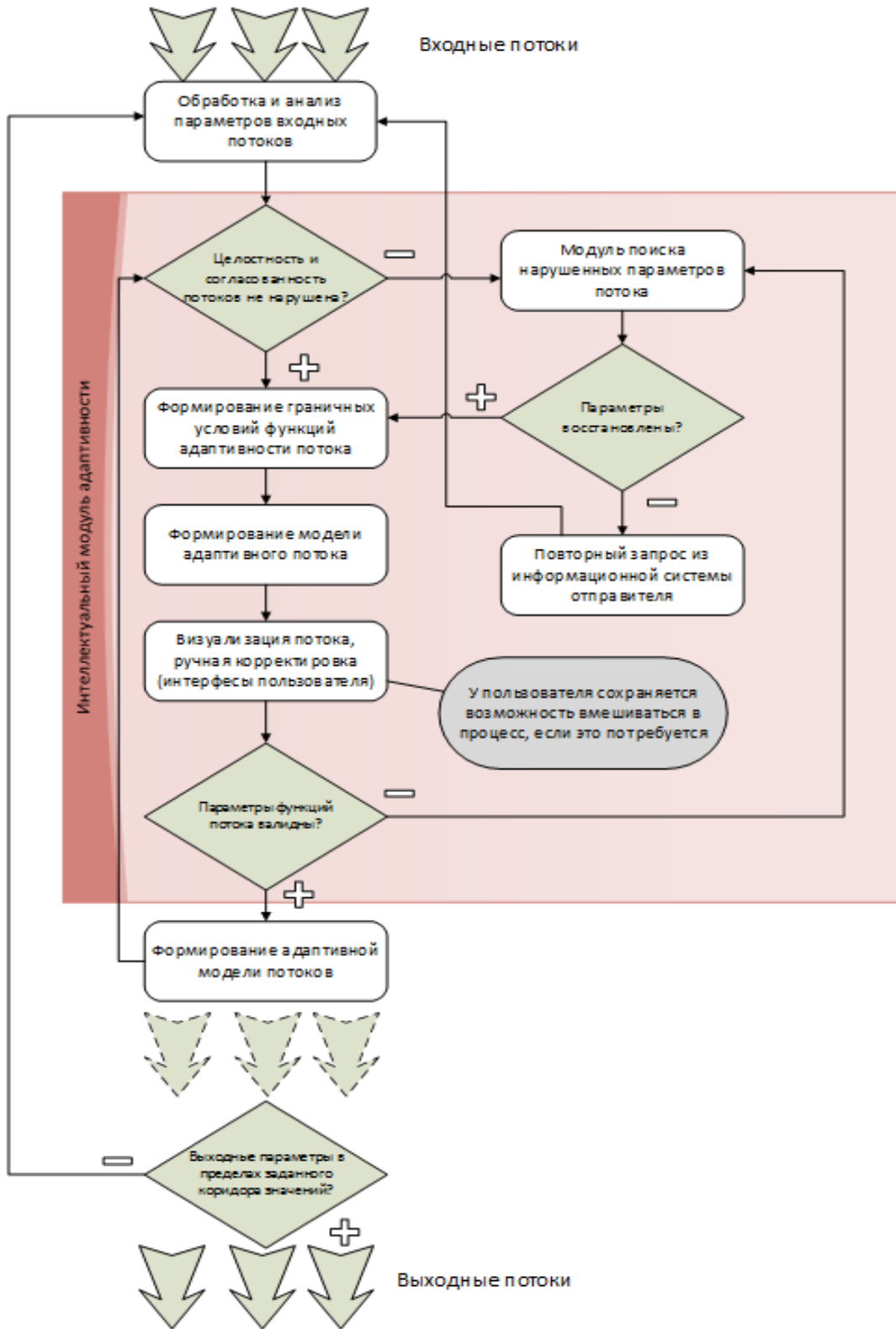


Рисунок 32 - Логическая модель информационного модуля формирования компланарных потоков

Для устранения этого недостатка информационный модуль сохраняет значения параметров в заданном коридоре значений и использует их для дальнейшей корректировки. При отсутствии некоторых данных модуль способен восстанавливать их на основе ретроспективного анализа или методов интерполяции (экстраполяции). В тех случаях, где эти методы неприменимы, будут использоваться способы восстановления на основе машинного обучения.

Алгоритмы машинного обучения позволяют получать обновленные значения границ коридора допустимых значений параметров в автоматическом режиме и при необходимости вырабатывать поправочные коэффициенты. Такой способ корректировки границ диапазона позволит обеспечить устойчивость компланарного потока. Устойчивость потока означает, что при возникновении возмущающего события поток самостоятельно вернется в исходное устойчивое состояние. Непосредственно на входные сообщения пользователь повлиять не может, поэтому обеспечение устойчивости целесообразно осуществлять с помощью информационного модуля. В сильно упрощенном виде такой алгоритм можно представить как игрушку-неваляшку, так как при любом отклонении входных параметров поток остается в заданном коридоре значений, что позволит обеспечить всегда качественное решение за счет саморегулирования внутренних процессов.

Использование механизма саморегулирования потока позволит защитить логистическую цепь поставок от стохастических процессов и защитить от различных негативных факторов [43].

Количество выполненных итераций также будет влиять на качество проектируемых компланарных потоков. Чем больше итераций было выполнено, тем точнее будут значения параметров потоков. При любых нестандартных отклонениях параметров (например, случайный всплеск активности или какое-либо спонтанное событие) модуль будет в состоянии оперативно среагировать и сгладить последствия всплеска, вернув параметры потока в коридор допустимых значений и предотвратив тем самым возникновение критических ситуаций.

Точность рассчитанных параметров компланарных потоков будет влиять на величину логистических издержек, так как при неправильных параметрах может быть выбран не самый лучший контрагент, не самые лучшие условия логистического контракта, что приведет к увеличению издержек.

Автоматизация при восстановлении и вычислении параметров компланарных потоков позволит сократить влияние человеческого фактора на принятие решений. В условиях информационной перегруженности сотрудники могут принимать не самые оптимальные решения. При противоречивых входных данных вообще могут приниматься ошибочные решения, приводящие к чрезмерным незапланированным издержкам. Информационные системы не знают усталости, не болеют и не совершают ошибок, поэтому их применение там, где это возможно, будет давать значительный экономический эффект.

Еще одним важным преимуществом компланарного потока является «умное» прохождение логистических барьеров. Виды и особенности логистических барьеров подробно рассмотрены в работе. Движение логистических потоков неизбежно связано с возникновением различных препятствий и, как следствие, возникновением финансовых издержек в местах взаимного пересечения потоков. Содержащиеся в компланарных потоках объединенные мета-данные позволят информационному модулю автоматически оценить вид логистического барьера, его параметры и найти решение для минимизации или устранения негативного влияния на вычисление новых параметров компланарного потока.

Поскольку издержки возникают при преодолении каждого барьера, а компланарный поток состоит из фрагментов – информационных сообщений, то величина и значимость потерь будет зависеть от качества прохождения барьеров.

Логистический провайдер, который сможет реализовать внедрение интеллектуального модуля получит не только экономический эффект за счёт оптимизации бизнес-процессов, но также и за счёт повышения клиентоориентированности, которая является неотъемлемой характеристикой

устойчивого развития предприятия. Повышение лояльности клиентов позволит перевести их в разряд приверженцев компании, создать постоянную базу потребителей предоставляемых услуг, а также расширить нишу рынка, что несомненно положительно отразится на конкурентоспособности предприятия в целом.

## **5.2. Общий принцип и алгоритмы работы информационного модуля адаптивности**

В рамках проблематике данного исследования целесообразно рассмотреть алгоритм и принцип работы информационного модуля адаптивности. В состав модуля входит четыре подпрограммы, каждая из которых работает на основе собственного алгоритма и решает собственную задачу (см. Рисунок 33). Запуск подпрограмм осуществляется последовательно, так как выход одного алгоритма является входом другого. Обратная связь реализуется на основе принципа Деминга-Шухарта для непрерывного повышения качества проектируемых потоков.

Первым свою работу начинает подмодуль сбора данных – парсер, который собирает данные из информационных источников и сохраняет необработанные данные в специальную таблицу базы данных, снабдив их соответствующими мета-данными. Впоследствии эти данные обрабатываются другим подмодулем – агрегатором, который занимается их обработкой, классификацией и формализацией с последующим переносом в другую таблицу, содержащую рабочие данные.

Информационные сообщения передаются на вход модуля от специального программного сканера – парсера, который входит в состав подпрограммы сбора данных и собирает информацию из внутренних и внешних информационных ресурсов по специально сформированному списку источников. Список источников постоянно пополняется и из него удаляются устаревшие источники.

Модуль сбора данных работает одновременно с двумя типами источников – внутренними (собственная информационная система) и внешними (базы



данных контрагентов, внешние Интернет-ресурсы и др.), а классификация поступающих сообщений возможна в двух режимах – ручном и автоматическом.

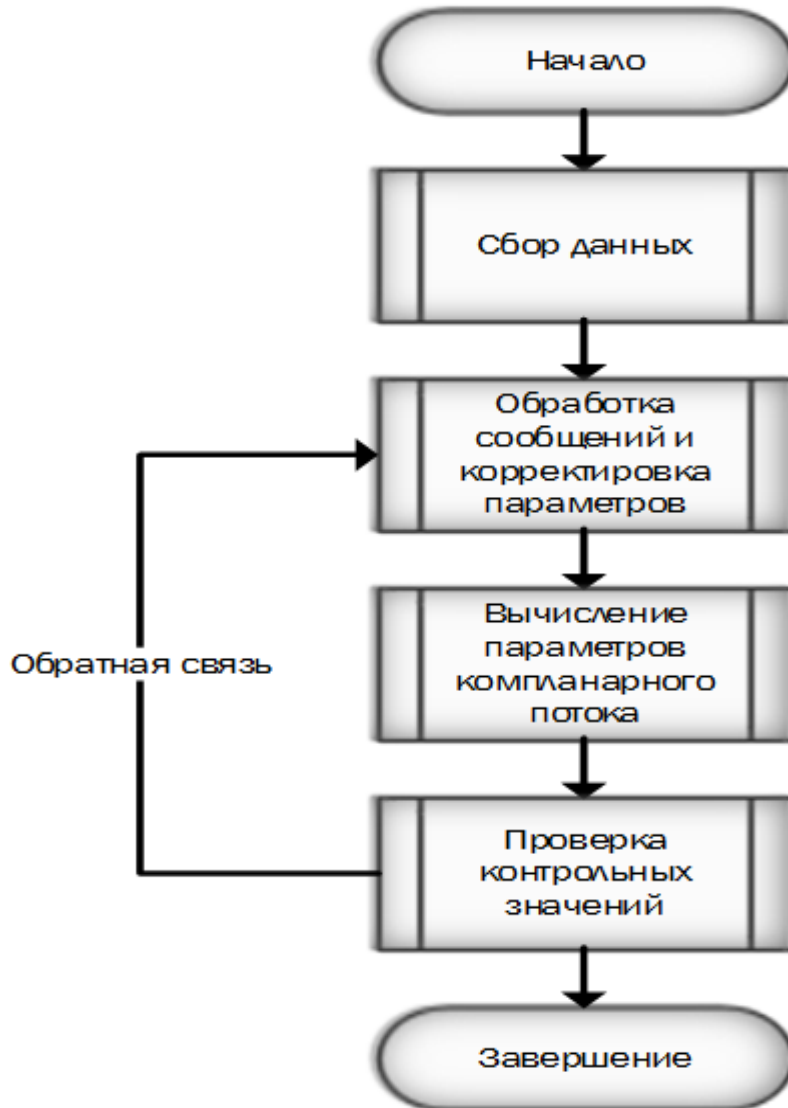


Рисунок 33 – Алгоритм работы информационного модуля

Стоит подчеркнуть, что ручной режим более точный, но самый трудоемкий, так как требует постоянного вмешательства сотрудника, который будет проверять доступность и актуальность информационного источника и поступивших данных. К основному недостатку можно отнести человеческий фактор – комплекс факторов, присущих только человеку: усталость,

субъективность при принятии решений, зависимость от чужого мнения, подверженность убеждениям.

Автоматический режим более предпочтителен несмотря на то, что точность его классификации сообщений на начальном этапе несколько хуже, так как вся обработка производится в автоматическом режиме на основе метаданных (мета-тегов) или семантического анализа текстовых сообщений, что может вызывать спонтанные ошибки. Однако в данном режиме полностью устранен человеческий фактор, а алгоритмы работают только на основе имеющейся информации.

Главной особенностью алгоритма работы информационного модуля адаптивности является то, что для управления информационными сообщениями используются метаданные, которые инкапсулируются (вкладываются) в более крупный контейнер метаданных компланарного потока. На основе коэффициентов и параметров, хранящихся в блоке-метаданных, можно получать и обрабатывать различные свойства информационных сообщений.

Одним из важнейших параметров информационных сообщений является актуальность. Актуальность информационного сообщения, хранимого в общей базе данных, является функцией времени, оценивается по дате получения и дате последнего использования. В случае необходимости эта дата сравнивается с текущей датой и датой сохранения в базе. Если разница дат оказывается больше порогового значения, которое устанавливается индивидуально для каждого типа сообщений, то модуль выполняет запрос на обновление и подтверждение актуальности сообщения.

В ручном режиме будет выводиться сообщение, которое запросит от пользователя подтверждение актуальности сообщения или будет выведен запрос на его обновление, но вся подготовка при этом выполняется все равно в автоматическом режиме. Пользователю останется лишь проверить предлагаемые параметры и подтвердить, либо отказать в подтверждении на конечном этапе обработки информационного сообщения.

Кроме того, в автоматическом режиме при проверке параметров актуальности информационного сообщения последовательно выполняются несколько проверок. Модуль считывает мета-данные даты получения, даты обновления и даты использования сообщения. При выявлении устаревших значений (когда прошло много времени с момента последнего обновления) производится повторный запрос к источнику.

Особо необходимо отметить, что управление источниками информационных сообщений, которые хранятся в базе данных как обычные записи с собственными атрибутами, также может производиться в двух режимах – ручном и автоматическом. В ручном режиме источники (информационные системы предприятия, сайты, внешние базы данных и др.) вносятся в базу данных сотрудником. В этом случае информационный модуль использует только фиксированный список источников. Алгоритм работы модуля наглядно представлен на рисунке 44 Рисунок 34.

При активации автоматического режима источники добавляются в базу без участия человека. Список информационных источников в этом случае актуализируется динамически. При появлении нового источника вначале производится его сохранение во временную таблицу базы данных, а затем по временной таблице запускаются процедуры второго подмодуля обработки параметров. После проверки актуальности, достоверности и других параметров, он автоматически вносится в список, при устаревании – удаляется.

Следующий алгоритм, реализованный в виде подмодуля и запускающийся после сбора данных – это обработка сообщений и корректировка параметров. В нем производится формализация полученных информационных сообщений и добавление служебных мета-тегов и значений полученных и рассчитанных параметров.

Для извлечения смысла содержимого текста могут использоваться нейронные сети. В настоящее время разработано много алгоритмов и моделей для оценки не только смысла, но и тональности текста. Подобные технологии могут использоваться в различных отраслях экономики и производства.

Например, для оценки эмоциональной напряженности электората при проведении предвыборных кампаний, для оценки отношения потребителей к какому-либо товару или фирме, для оценки напряженности в конкурентной среде и т.д.

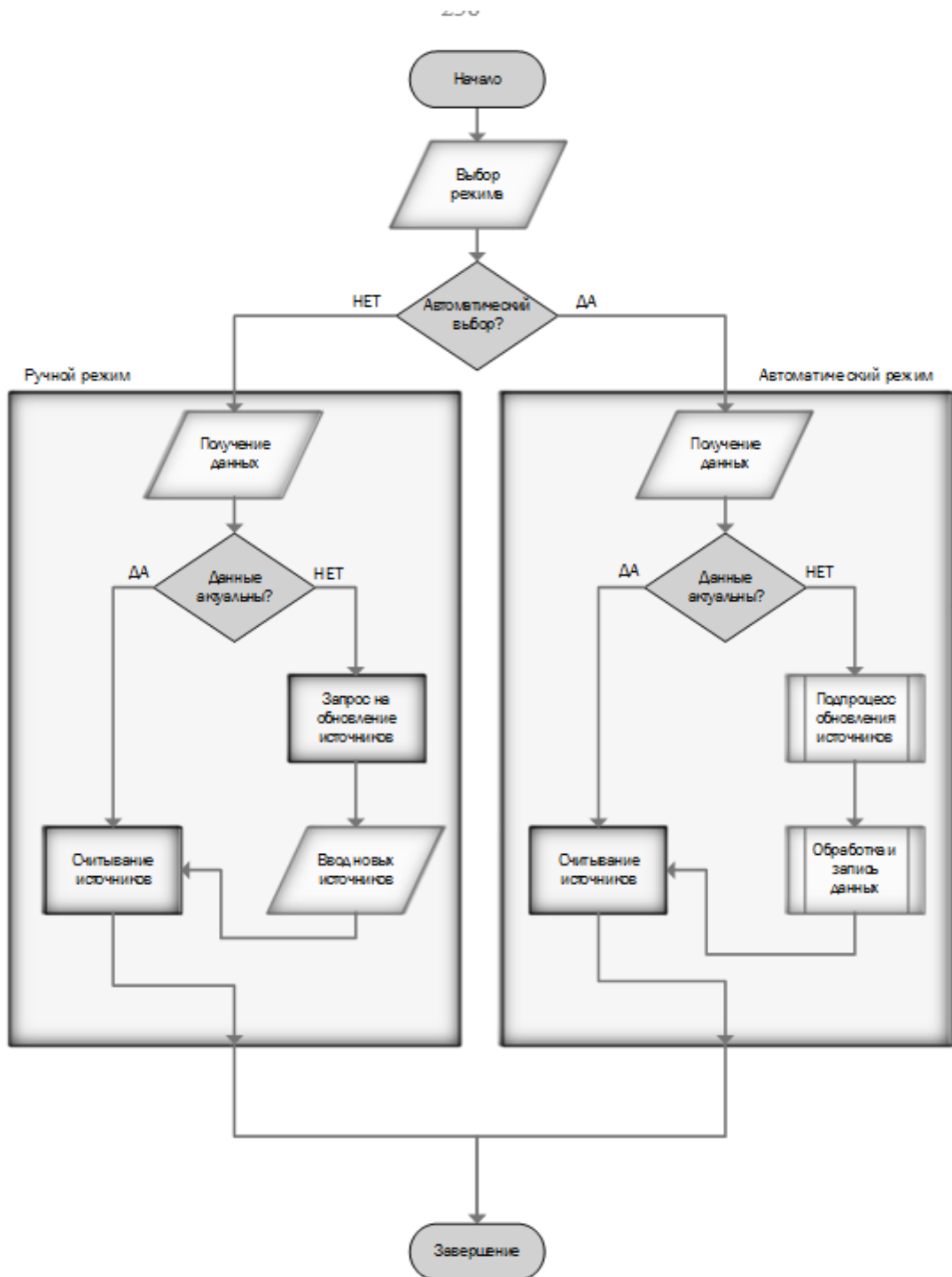


Рисунок 34 – Алгоритм работы модуля управления источниками

Как показывает эмпирический опыт развития информационно-коммуникационных технологий, на современном этапе нейронные сети могут с успехом извлекать смысл из написанного, устанавливать авторство текста, а также долю участия каждого автора в совместной работе на основе стиля написания текстов. Кроме того, могут писать рассказы на основе только короткого вводного сообщения, писать стихи и т.д.

Таким образом, результаты проведенного анализа показывают, что если обучить нейронную сеть с учетом специфики работы с логистическими провайдерами, то становится возможным автоматизировать процесс извлечения смысла из каждого информационного сообщения, что позволит формализовать и структурировать входящие информационные потоки и вычислять параметры компланарных потоков в автоматическом режиме.

Вычисление параметров и их проверка выполняется следующими подмодулями, алгоритмами и моделями, которые были описаны ранее в главе 4:

- Нечёткие алгоритмы для управления компланарными потоками;
- Нейронная сеть для автоматизированного выбора поставщика логистических услуг (провайдера);
- Применение лингвистических переменных для автоматизированного управления рисками;
- Применение цепей Маркова для прогнозирования спроса на логистические услуги.

Из вышеизложенного следует вывод, что после объединения всех подмодулей в единую логически связанную цепочку процессов, получается замкнутая самодостаточная система, которая способна достаточно быстро автоматизировать операции по обработке, структурированию и формализации информационных сообщений. Это в свою очередь сокращает риски возможных информационных потерь, высвобождает трудовые ресурсы организации для выполнения более актуальных задач.

### **5.3 Анализ проблем качества компланарных потоков в интегрированных цепях поставок**

Одной из важнейших задач интегрированной логистики является качество проектирования цепей поставок, которое напрямую зависит от качества информации. Поскольку темпы роста объемов передачи и потребления информации растут в экспоненциальной зависимости, то с ростом объема её потребления человеческих ресурсов явно недостаточно для своевременной и качественной обработки поступающих объемов зачастую неполной или противоречивой информации. По данным International Data Corporation (IDC), объем данных, потребляемых в сети Интернет в 2020 году, составит около 59 зеттабайт, причём в дальнейшем будет наблюдаться значительный рост реплицированных данных, соотношение которых в настоящий момент составляет примерно 1:9. То есть на одну часть уникального контента приходится 9 реплик. К 2024 году прогнозируется увеличение доли реплик до 1:10 [50].

Масштабные преобразования в экономике в целом и в логистике в частности связаны с глобализацией взаимоотношений, цифровизацией бизнеса, интенсивным развитием электронной коммерции, источником которых являются информационные технологии [394]. При электронном взаимодействии и ручном вводе исходных данных часто происходит искажение передаваемой информации, что впоследствии приводит к ошибкам при ее обработке. Важная роль в решении задачи согласования информации, а особенно при проектировании компланарных потоков, отводится информационным системам с использованием технологий и средств обработки текстовых сообщений, в том числе с извлечением смыслового содержания. Однако, эта задача существенно усложняется из-за особенностей передачи неструктурированного контента в информационных сообщениях. Конечно, информационные системы работают в основном на основе именно структурированных данных с использованием хранилищ данных, баз данных, также в последнее время стали набирать популярность системы с использованием неструктурированных данных, такие

как озера данных (Data Lake), которые позволяют извлекать информацию для проведения анализа из имеющегося неструктурированного массива данных по требованию. То есть данные в озерах хранятся в неструктурированном виде до тех пор, пока они не понадобятся руководству или аналитику для проведения анализа или принятия управленческого решения. Озерам данных, так же, как и природным водоемам, присуща особенность загрязнения. То есть по мере наполнения озера данных другими данными происходит его загрязнение, которое можно сравнить с заболачиванием природных водоемов. Извлекать пользу из таких озер данных становится существенно труднее.

Существенная доля информационных сообщений, которые применяются при построении цепей поставок, приходится на неструктурированный контент: электронная почта, сообщения в соцсетях, файловые обменники, изображения и т.д. Вся эта информация крайне необходима для логистических бизнес-процессов, но она не может храниться и обрабатываться по единым правилам и далеко не всегда попадает в информационные системы. Как правило, переписка ведется непосредственно между людьми. В настоящее время неструктурированный контент может обрабатываться и управляться специальным программным обеспечением – ECM (Enterprise Content Management), ключевым элементом которого является модель метаданных, на основе которой производится структурирование неструктурированного контента. Используя метаданные, становится возможным осуществить быстрый поиск необходимой неструктурированной информации, содержащейся в информационной системе. Многие информационные объекты содержат метаданные, некоторые из них можно изменять вручную. Часть метаданных собирается и присваивается объекту автоматически. Например, любой файл в операционной системе (в данном контексте MS Windows) имеет метаданные, которые можно посмотреть и некоторые из них изменить через меню свойств (см. рисунок 45).

Группируя метаданные в тематические разделы и структуры, можно получить модель, называемую таксономией, которая используется для

упорядочивания различных областей знаний в виде иерархической структуры. В реальной деятельности логистических провайдеров такие модели таксономии имеют сложную и объемную структуру, которой крайне сложно управлять вручную, но без этой модели невозможно согласовывать информационные потоки между информационными системами интегрированной цепи поставок.

Еще одним фактором, затрудняющим построение интегрированных цепей поставок, является разнородность участков информационных цепей всех ее участников. Данные в этих системах не сопоставимы между собой и при попытке осуществить интеграцию информационных систем возникают трудности передачи данных.

Часть этих проблем можно решить внедрением ETL/ELT-систем, которые способны трансформировать данные, полученные из одной информационной системы и передавать в другую информационную систему. Но и на этом проблемы интеграции не заканчиваются.



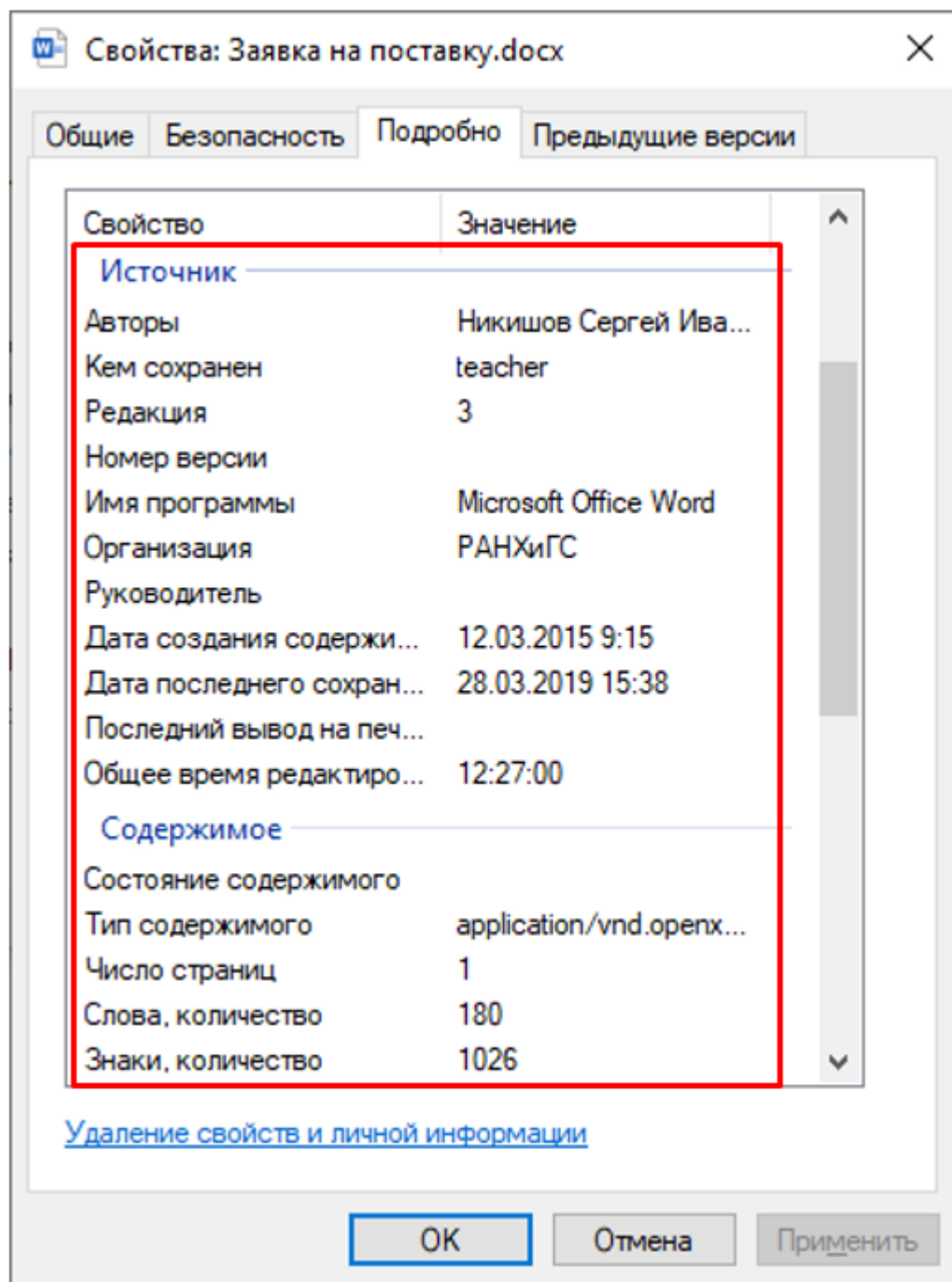


Рисунок 45 – пример просмотра метаданных информационного объекта.

Существует еще один вопрос, требующий более подробного рассмотрения – это качество самих данных. При формировании единого информационного пространства посредством интеграции информационных потоков требуется выработка единой методологии для управления качеством данных.

В этом случае особую актуальность приобретает возможность осуществления автоматизированного информационного обмена между

информационными системами даже в случае несовпадения данных. Например, сведения об одних и тех же контрагентах в разных информационных системах (у разных участников интегрированной логистической цепи), скорее всего, будут вноситься по-разному. В одной системе контрагента могут назвать ООО «Ромашка», а в другой «общество с ограниченной ответственностью «Ромашка», что для информационных систем будет совершенно разными записями и может привести к финансовым и репутационным потерям.

Рассмотрим одну из ситуаций, которые часто возникают в реальной деятельности логистических компаний. Клиент, имеющий особые условия обслуживания и персональную систему скидок, заказал у своего поставщика логистических услуг доставку партии товара. Но в доставке принимали участие разные субподрядчики. Из-за того, что в данной логистической цепи отсутствовала единая база контрагентов, то в документы было внесено написание названия фирмы клиента с ошибкой. В результате информационная система основного подрядчика не смогла распознать своего клиента и выставила ему счет за услуги на общих основаниях без учета его персональной скидки, что привело к дополнительным разбирательствам и репутационным потерям. Если бы партнеры обменивались данными о контрагентах по единым правилам, то такой ситуации бы не случилось. Подобные проблемы встречаются у абсолютного большинства фирм и требуют оперативного вмешательства в управление данными.

Компланарные потоки является особым видом логистических потоков, представляющих совокупность адаптивных потоков от поставщика к потребителю, к которым применяются логистические операции, определяющие бизнес-процесс в виртуальном пространстве [87]. Компланарные потоки обладают определенной спецификой – существование только в виртуальной среде, ввиду чего управление ими осуществляется на основе метаданных. Чем точнее и полнее будут сформированы метаданные, тем меньше ошибок возникнет при проектировании их маршрутов. Кроме применения метаданных для проектирования маршрутов, их еще используют для атрибутивного описания

сообщений (дата создания, владелец, пользователь, краткое описание, ключевые слова и т.д.).

Компланарные потоки на своем маршруте пересекают несколько информационных систем, в которых им необходимо обеспечить целостность и связность данных. То есть каждый атрибут компланарного потока должен быть помещен в соответствующий ему раздел таксономии. Для централизованного управления интегрированными цепями поставок необходима соответствующая методология управления данными, а также согласование входов-выходов бизнес-процессов всех участников логистической цепи.

Анализируя перечисленные выше аспекты, можно прийти к выводу, что основным критическим фактором успеха (КФУ) является качественная интеграция информационных систем с использованием централизованной MDM-системы, которая бы использовалась всеми участниками интегрированной цепи поставок. Под системной интеграцией понимают создание структурного элемента более высокого уровня – глобальной информационной экосистемы. Основные преимущества от интеграции информационных логистических систем – это получение синергетического эффекта от использования данных, находящихся разрозненных информационных системах всеми участниками интегрированной цепи и возможность построения сквозных бизнес-процессов. Информация – это единственный ресурс, который не уменьшается, если им делиться с другими, но при этом у всех участников происходит его накопление. Если при построении интегрированной цепи поставок информацией не делиться, то у остальных ее участников появляются дополнительные издержки на её получение.

Преимущества системной интеграции при построении интегрированной цепи поставок:

- Синергетический эффект от использования данных, находящихся в разных информационных системах;
- Возможность создания общих сервисов и совместной работы с ними на основе сервисной архитектуры;

- Возможность построения сквозных бизнес-процессов, пересекающих не только различные структурные подразделения, но и различные фирмы;
- Возможность осуществления сквозного контроля за логистическими процессами;
- Возможность формирования сквозной отчетности как для клиентов, так и для бизнеса;
- Сократить расходы на разработку новых сервисов за счёт единого унифицированного и централизованного управления системной интеграцией;
- Сократить расходы на ИТ-инфраструктуру;
- Возможность создания эталонных ИТ-сервисов;
- Сократить совокупную стоимость владения информационными участниками.

Центральным элементом данной модели является организация централизованного управления моделью метаданных, что является главной функцией MDM-систем (Master Data Management). С помощью такой модели управления данными появляется возможность централизованного управления справочниками, таксономией, мастер-данными и т.д. В результате единое информационное пространство может трансформироваться в единую цифровую платформу, состоящую из информационных систем всех участников интегрированной цепи (см. рисунок 46) [43].

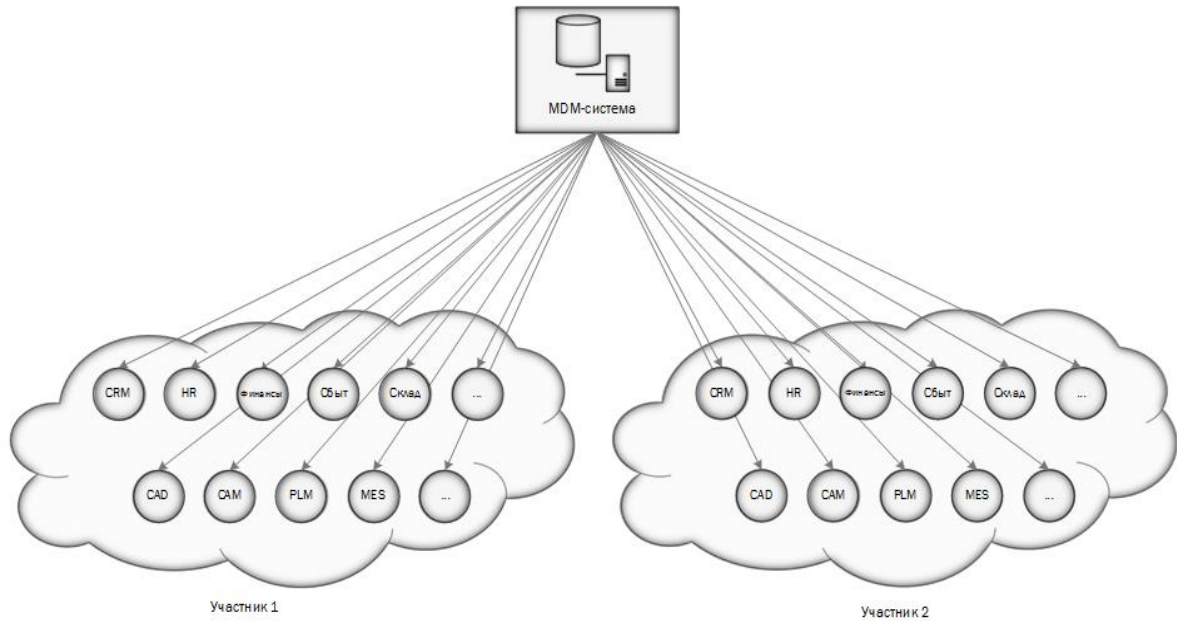


Рисунок 35 – Ландшафт информационных систем

В рамках данного исследования не рассматривается организационный вопрос, кому и в каких долях участникам интегрированной цепи поставок нести затраты на внедрение и эксплуатацию MDM-системы, но, безусловно, наличие такой системы позволит получить максимальные выгоды от внедрения централизованной модели метаданных при управлении качеством данных.

Качественные данные позволяют извлекать выгоду сразу и качественно без дополнительных затрат на уточнение данных и привлечение сторонних специалистов. Качество данных – это свойство данных удовлетворять предъявляемым к ним требованиям. Причем в соответствии с базовыми принципами качества данных (определяется стандартами серии ISO/TS 8000, ГОСТ Р 56214-2014/ISO/TS 8000-1:2011, ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015) понятие качества данных затрагивает только те данные, которые участвуют в принятии какого-либо управленческого решения. Качественные данные снижают вероятность появления дополнительных расходов на устранение ошибок и приведение данных к требуемому уровню качества. Причин появления данных ненадлежащего качества достаточно много, например, невежественное обращение с информацией, неосведомленность руководства и персонала о

важности управления качеством данных, несогласованность работы подразделений организации, отсутствие входного контроля данных и технические ошибки в работе информационных систем. В абсолютном большинстве случаев последствиями использования некачественных данных являются финансовые убытки из-за неправильного планирования, неправильных или несвоевременных управленческих решений и т.д. Организации, которые реализовали формальную систему управления качеством данных испытывают гораздо меньше проблем, чем организации, которые такую систему не внедрили.

При разработке стратегии управления качеством данных необходимо предусматривать методы, обеспечивающие:

1. Понимание и приоритеты бизнес-нужд;
2. Выявление критически важных данных в привязке к бизнес-нуждам;
3. Определение бизнес-правил и стандартов качества данных;
4. Определение и измерение показателей соответствия данных ожиданиям;
5. Доведение полученных заключений до сведений заинтересованных лиц и сбор отзывов;
6. Приоритезацию проблем и управление их разрешением;
7. Выявление и приоритезацию возможностей для совершенствования;
8. Измерение, мониторинг и учет показателей качества данных;
9. Управление метаданными, получаемыми в рамках процессов управления качеством;
10. Интеграцию механизмов программы качества данных в бизнес-процессы;
11. Определение критически важных данных и бизнес-правил;
12. Проведение первичной оценки качества данных:
  - a. Узнать все необходимое для составления плана первоочередных мер;
13. Выявление и приоритезация потенциальных улучшений;

- b. Более глубокое профилирование, чем при первичной оценке данных;
  - c. Опрос заинтересованных;
14. Определение целей повышения качества данных;
- d. От исправления элементарных ошибок до комплексного обследования;
15. Разработка и внедрение операционных процедур обеспечения качества данных;
- e. Управление правилами качества данных;
  - f. Измерение и мониторинг показателей качества данных;
  - g. Разработка операционных процедур выявления и устранения проблемных вопросов;
  - h. Определение соглашений об уровне обслуживания в области качества данных;

Общий вид методики управления данными, включая управление качеством данных, приведен на рисунке 47 в виде интеллект-карты MindMap.

На Рисунке 47 крайне сложно рассмотреть отдельные разделы приведенной методики из-за их большого количества, однако можно представить объем разделов по управлению качеством данных. Далее по тексту будут приведены наиболее значимые разделы данной методики с более подробным описанием особенностей управления данными.

Таким образом, для проектирования качественных компланарных потоков необходимо обеспечить разработку и внедрение методики управления качеством данных. При формировании интегрированных цепей поставок часто прибегают к интеграции информационных систем, во время которой возникают потери и нестыковки при передаче информации из одной системы в другую.

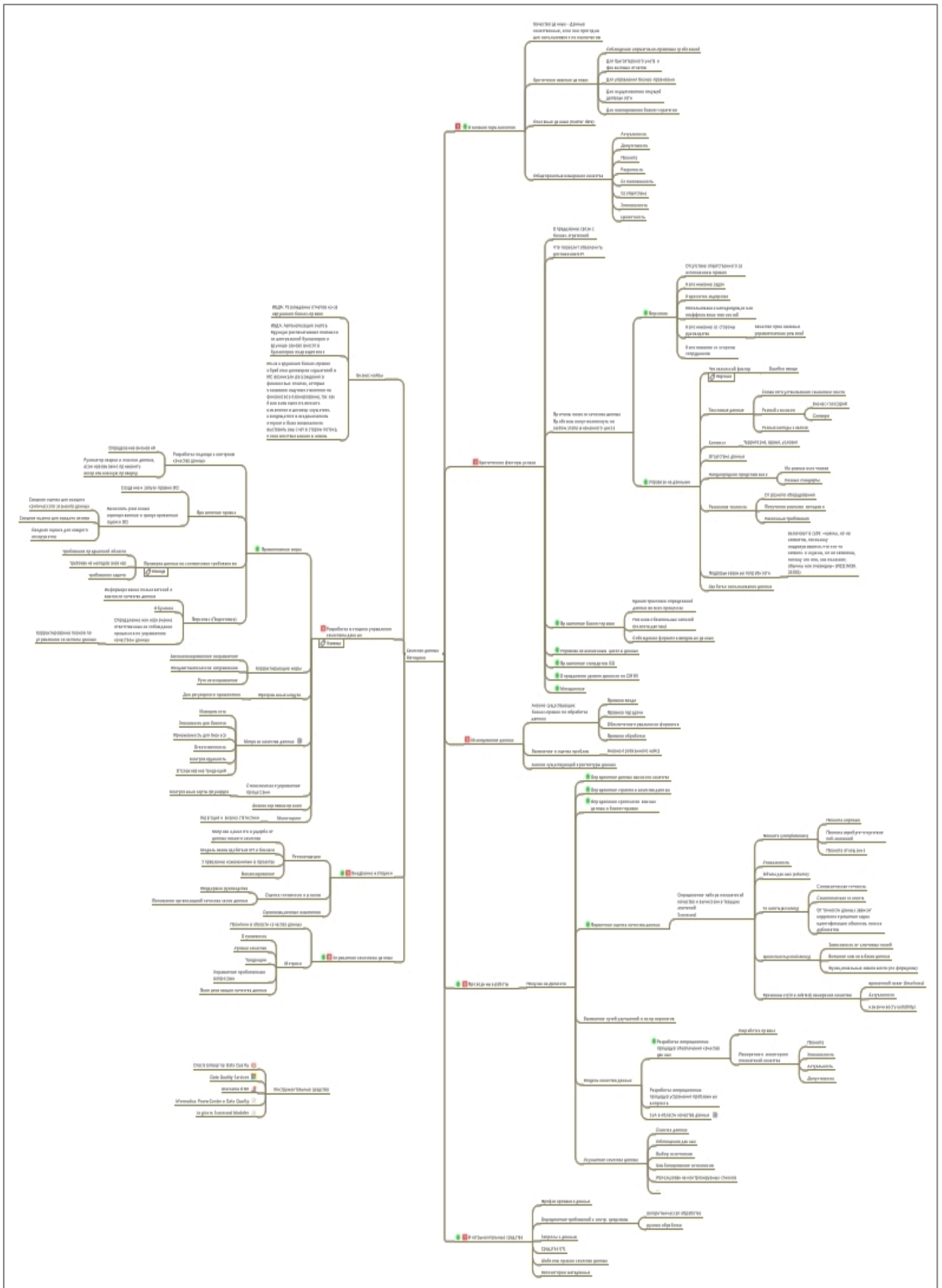


Рисунок 47 – Фрагмент методики управления качеством данных.



Поэтому, кроме проблем с нечёткостью входной информации, присущей компланарным потокам, очень часто возникает другая проблема – низкое качество данных, требующая серьезного внимания и, в первую очередь, методологического обеспечения [241]. Управление качеством компланарных потоков напрямую зависит от управления качеством данных.

Решить проблему низкого качества проектирования компланарных потоков можно за счет внедрения методики управления качеством данных, проведения системной интеграции для формирования единого информационного пространства на основе центральной MDM-системы.

Управление качеством данных на уровне организации должно осуществляться с применением системного подхода и на основе специально разработанной методологии. Качество данных непосредственно влияет на качество исполнения бизнес-процессов. Цели в области качества данных не могут быть достигнуты с помощью одних лишь технологий и методов. Необходимо пересмотреть культуру качества данных на уровне всей организации и внедрить Стратегию управления качеством данных, что позволит заинтересованным сторонам понять соответствие между целями организации (улучшенная аналитика, более точное управление рисками и улучшение операционной деятельности) и управлением качеством данных. При определении стратегии обеспечения качества данных организации должны включать руководящие указания в отношении критериев, по которым будет оцениваться качество данных.

Существует множество причин появления некачественных данных, в числе которых невежественное обращение с информацией, неосведомленность руководства и персонала о важности управления качеством данных, несогласованность работы подразделений организации, отсутствие входного контроля данных и технические ошибки в работе информационных систем. В абсолютном большинстве случаев последствиями использования некачественных данных являются финансовые убытки из-за неправильного планирования, неправильных или несвоевременных управленческих решений и

т.д. Организации, которые реализовали формальную систему управления качеством данных испытывают гораздо меньше проблем, чем организации, которые такую систему не внедрили [85, 86, 155].

Цели управления качеством данных:

- Обеспечение управления качеством данных на уровне организации для повышения эффективности бизнес-процессов.
- Определение механизмов контроля качества данных.
- Внедрение процедур измерения и контроля уровня качества данных.
- Выявление возможностей по повышению качества данных.

Методика управления качеством данных состоит из пяти разделов:

1. Основная терминология.
2. Критические факторы успеха.
3. Исследование данных.
4. Методика управления качеством данных.
  - a. Внедрение методики.
  - b. Проводимые работы.
  - c. Инструментальные средства.
5. Непрерывное управление качеством данных.

### **Раздел 1. Основная терминология.**

**Качество данных** – комплекс мер по применению стандартных методов управления качеством к данным с целью их пригодности к использованию.

**Критически важные данные** – это данные, требующиеся для:

- Соблюдения нормативно-правовых требований;
- Бухгалтерского учета и финансовой отчетности;
- Управления бизнес-правилами;
- Осуществления текущей деятельности;
- Планирования бизнес-стратегии.

**Основные данные (мастер-данные)** – относятся к критически важным данным и содержат информацию о бизнесе (клиентах, номенклатуре, материалах и т.д.). Каждая из категорий может иметь подкатеорию или раздел и иметь правила валидации, на основе которых осуществляется проверка данных.

**Метаданные** – это служебные или вспомогательные данные, которые описывают другие данные, например, мета-описания файлов (автор, владелец, дата создания и т.д.), мета-описания веб-страниц, файлы конфигурации и т.д. Определение данных через метаданные позволяет организации документировать стандарты и требования, на соответствия которым будут проверяться данные в рамках контроля качества. То есть качество данных определяется их пригодностью к использованию, а ожидания разъясняются через метаданные. Для управления метаданными используются централизованные репозитории метаданных на уровне организации.

**Измерения качества данных** – измеримые свойства или характеристики данных, находящиеся в прямой связи с их качеством. Измерения качества данных могут относиться к различным аспектам данных: модель, значения и представления. Поскольку единой классификации измерений на сегодняшний день не существует, рекомендуется использовать классификацию, разработанную международной некоммерческой организацией DAMA (Data Management Association) International и опубликовало ее в сводном руководстве по управлению данными – DMBOK.

Измерения:

- **Актуальность** – совокупность характеристик, относящихся к соблюдению сроков или графиков их получения, синхронизации или обновления.
- **Допустимость** – соответствие данных множеству допустимых значений (наборы, интервалы и т.д.).
- **Полнота** – соответствие данных на корректность и полноту заполнения.
- **Разумность** – проверка данных на соответствие здравому смыслу.

- **Согласованность** – непротиворечивость значений данных внутри набора.
- **Соответствие** – степень близости к «реальности».
- **Уникальность** – отсутствие дубликатов и «клонов» данных.
- **Целостность** – полнота, точность и согласованность, означающие внутреннюю согласованность набора данных.

## **Раздел 2. Критические факторы успеха.**

Критические факторы успеха – это движущие силы, которым организация должна уделять особое внимание, так как они определяют успех (или провал) компании на рынке, ее конкурентные возможности, непосредственно влияющие на ее прибыльность. Выявление критических факторов успеха должно осуществляться при обязательном участии руководства, которое должно знать специфику бизнеса для понимания путей и возможностей достижения целей, указанных в бизнес-стратегии. К типовым критическим факторам успеха, связанных с управлением качеством данных, можно отнести [171]:

- Квалификация персонала;
  - Наличие ответственного лица за исполнение правил;
  - Понимание задач;
  - Наличие лидера;
  - Использование эффективных технологий;
- Управление данными
  - Человеческий фактор;
  - Текстовые данные (лексикон, методы анализа и т.д.)
  - Контент;
  - Наличие/отсутствие данных;
  - Неоднородное представление данных;
  - Различная точность;
  - Подразумеваемые потребности;
  - Удобство использования данных.

- Применение бизнес-правил;
  - Единая трактовка определений данных во всех процессах;
  - Наличие обязательных записей;
  - Соблюдение форматов вводимых данных
- Управление жизненным циклом данных;
- Применение модели метаданных.

Дополнительные критические факторы успеха могут вырабатываться руководством организации (лично либо коллегиально), а также при участии экспертов предметной области. Раздел методики управления данными, относящийся к критическим факторам успеха приведен на Рисунке 48.

Понимание критических факторов успеха позволит выделить измеряемые показатели КРІ (Key Performance Indicators) для обеспечения функций контроля и измерения критически факторов успеха.

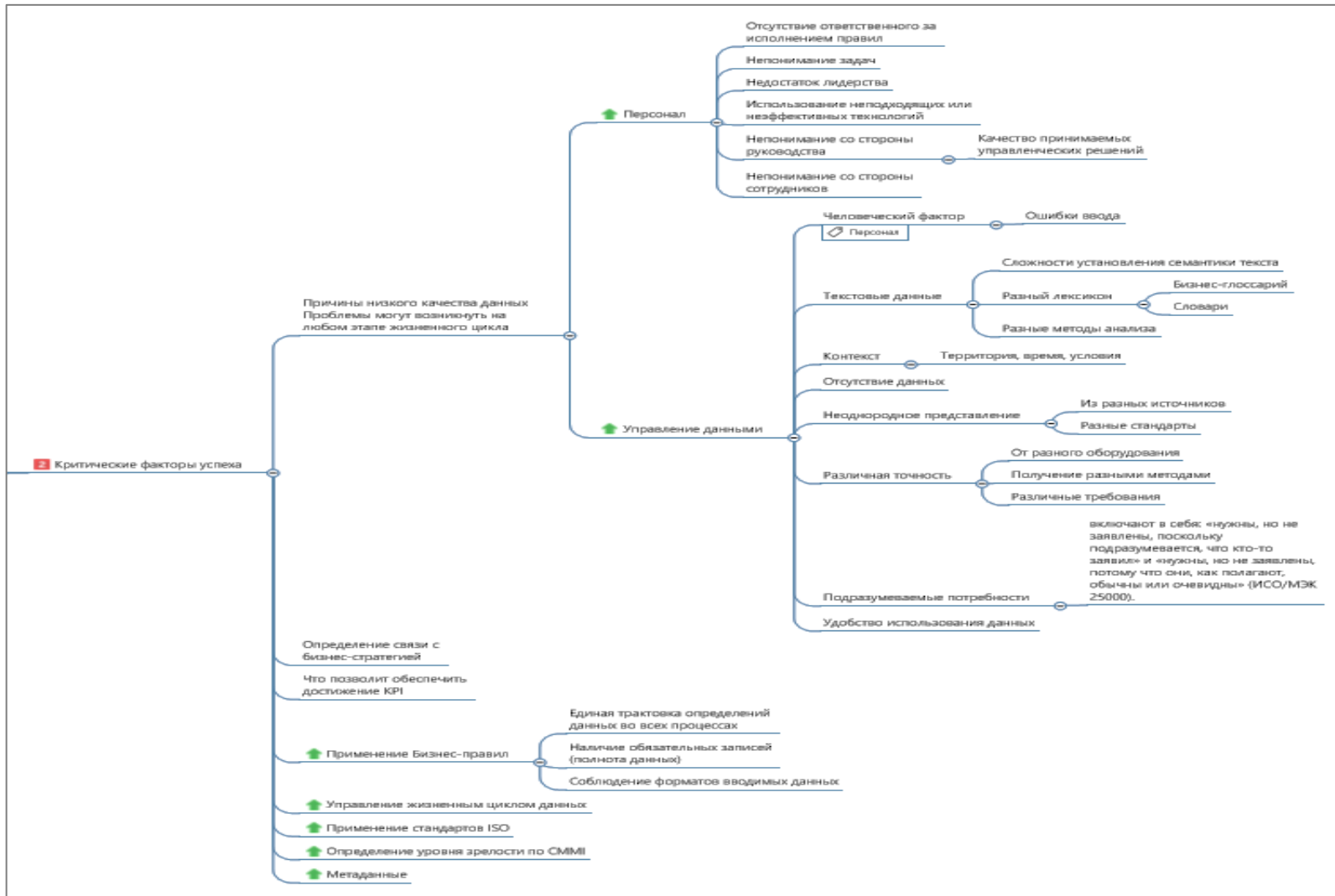


Рисунок 48 – Раздел методики управления качеством данных: критические факторы успеха

### **Раздел 3. Исследование данных.**

Исследование данных – это начальный этап проведения комплекса мероприятий по управлению качеством данных, направленный на выяснение текущей ситуации с управлением жизненным циклом данных на уровне организации (см. Рисунок 49).

Исследование данных включает в себя три раздела:

1. Анализ существующих бизнес-правил по обработке данных на предмет:
  - a. наличия и применения правил ввода данных (входной брандмауэр);
  - b. наличия правил передачи данных;
  - c. наличия правил проверки правильности используемых форматов данных;
  - d. наличия правил обработки данных;
2. Выявление и оценка проблем, связанных с использованием данных низкого качества (оценка финансовых потерь и оценка качества управленческих решений);
3. Анализ существующей архитектуры данных.

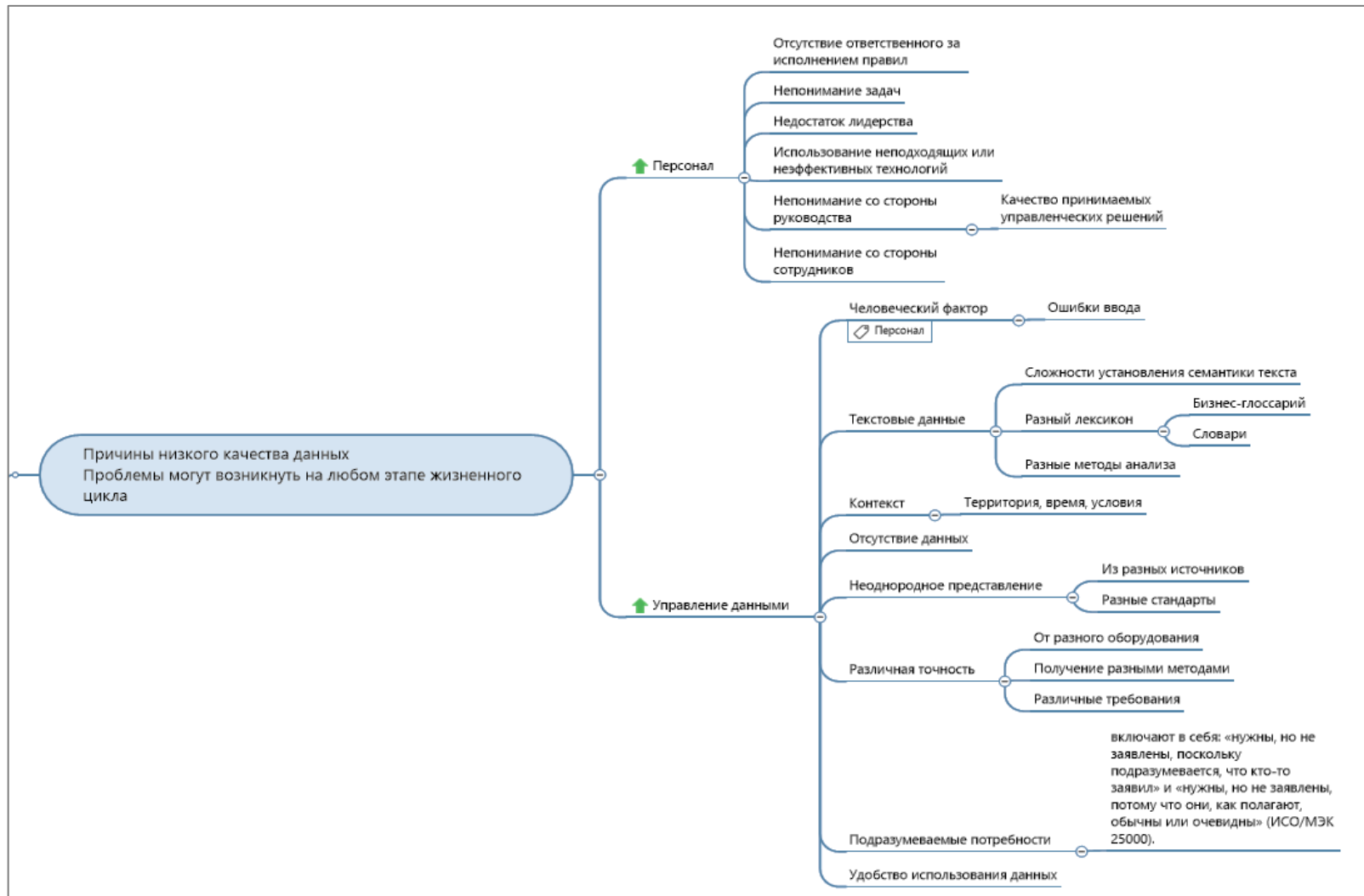


Рисунок 36 – Исследование данных: причины низкого качества данных



#### **Раздел 4. Методика управления качеством данных.**

Методика по управлению качеством данных содержит набор правил и рекомендаций для управления данными на протяжении всего их жизненного цикла. Команда по управлению качеством данных обеспечивает последовательное выполнение этапов методики для проведения серии проектов по повышению устойчивости процессов с применением передовых практик непрерывного улучшения качества данных.

##### ***Входные материалы:***

- Политика и стандарты управления данными;
- Ожидаемые уровни качества данных;
- Бизнес-требования;
- Бизнес-правила;
- Требования к данным;
- Бизнес-метаданные;
- Технические метаданные;
- Источники и хранилища данных;
- Происхождение данных.

##### ***Основные поставщики:***

- Менеджмент бизнес-подразделений;
- Эксперты предметной области;
- Проектировщики архитектуры данных;
- Разработчики моделей данных;
- ИТ-специалисты;
- Распорядители данных;
- Бизнес-аналитики.

##### ***Методы получения:***

- Выборочная проверка подмножеств различных данных;
- Маркировка проблемных данных;
- Анализ корневых причин;

- Статистический контроль

Методика управления качеством данных включает в себя следующие разделы:

1. Превентивные меры;
2. Корректирующие меры;
3. Бизнес-правила обеспечения качества данных;
4. Метрики качества данных;
5. Статистическое управление процессами;
6. Анализ корневых причин.
7. Мониторинг

1. Превентивные меры носят предупреждающий характер и предназначены для недопущения возникновения ситуаций с нарушениями качества данных. Превентивные меры позволяют избавиться от риска повторения известных ошибок, поскольку проверять данные после того, как они уже попали в систему – поздно, качество будет ухудшено. Превентивные меры обычно применяются для входного контроля данных (так называемый входной брандмауэр). Превентивные меры включают в себя:

- Разработку подхода к контролю качества данных (алгоритмические и ручные проверки);
- Разработку правил входного контроля данных;
- Применение правил входного контроля данных;
- Проверку данных на соответствие требованиям;
- Обучение персонала работе по новым правилам;
- Назначение ответственного за соблюдение процессов по управлению качеством данных.

2. Корректирующие меры включают в себя работы по оперативному устранению текущих проблем с данными по мере их выявления системами контроля качества. Корректирующие мероприятия осуществляются в случаях:

- Выхода текущих результатов за пределы допусков;

- Появления нового набора данных;
- Изменения действующих требований к имеющимся наборам данных;
- Появление новых требований к имеющимся наборам данных;
- Изменение бизнес-правил, стандартов или ожиданий.

3. Бизнес-правила обеспечения качества данных описывают порядок обеспечения пригодности и полезности данных с целью обеспечения успешного результата без нарушения накладываемых внешних требований. Эти правила должны быть приведены в соответствие с измерениями качества.

Примеры основных бизнес-правил:

- Единая трактовка определений данных – обеспечивается за счет алгоритмического согласования значений в вычисляемых полях; применения правил, устанавливающих ограничения по времени и месту редактируемых записей и т.д.
- Полнота записи – определяется наличием обязательных значений в полях, не допускающих их отсутствия.
- Соблюдение формата – обеспечивается за счет проверки соответствия вводимого элемента данных требуемому формату (номер телефона, e-mail и т.д.).
- Множество допустимых значений – проверка вводимого значения на основе управляемых списков допустимых значений.
- Диапазон допустимых значений – правила ограничения вводимого значения, например, для числовых значений – это диапазоны (дата устройства на работу не может быть раньше даты рождения или даты достижения трудоспособного возраста, само значение возраста не может быть отрицательным и т.д.).
- Эквивалентность представлений – различные элементы данных одного набора могут содержать эквивалентные значения в различных представлениях, например, RU≡rus≡Russia, и т.д.

- Логическое соответствие – правила проверки логической непротиворечивости двух или более значений, между которыми существуют условные ограничения, например, почтовый индекс должен соответствовать населенному пункту, модель автомобиля соответствовать марке и т.д.
- Контрольная проверка – правила выявления ошибок в указанных значениях путем сверки с системой учета или иным верифицированным источником.
- Проверка уникальности – правила, определяющие объекты, которые должны существовать в единственном экземпляре (одна запись – один объект).
- Проверка временных параметров – правила, определяющие актуальность, доступность, обновление данных и др.

4. Метрики качества данных являются критически важным элементом модели качества и используются для информирования потребителей о характеристиках качества, которые наиболее важны для оценки степени пригодности для использования.

Все метрики можно охарактеризовать по следующим категориям:

- Измеримость. Каждая метрика должна быть измеряемой. Например, свойства «актуальность» и «полнота» останутся абстрактными, если у них не будет единиц измерения. Необходимо сформировать такой набор метрик, который можно измерить количественными показателями.
- Значимость для бизнеса. Далек не все метрики будут важны для бизнеса. Необходимо выбирать такие метрики, которые важны для потребителей данных. Ценность метрики будет сомнительной, если измеряемая величина никак не привязана ни к одному аспекту бизнес-операций или производительности, и не оказывает влияние на ключевые показатели бизнеса.

- Приемлемость для бизнеса. Набор метрик должен задавать рамки бизнес-требований к качеству данных. Соответствие метрик требованиям бизнеса должно определяться пороговыми значениями уровня приемлемости. Если оценка данных по одному из параметров не ниже порогового значения, приемлемого для бизнеса.
- Ответственность. Метрики должны быть понятны ключевым заинтересованным лицам и одобрены ими. Владелец данных несет ответственность за сложившуюся ситуацию, а распорядитель - за принятие мер по исправлению.
- Контролируемость. Метрики должны поддаваться контролю.
- Отслеживание тенденций. С течением времени организации могут отслеживать изменения качества данных, которые позволяют проводить мониторинг соблюдения условий SLA. Позволяет не только выявить текущие тенденции, но и составлять прогнозы на будущее.

5. Статистическое управление процессами применительно к качеству данных применяется как последовательность операций по преобразованию входных данных в выходные. В рамках применения метода измеряется некоторое текущее усредненное значение (такие как, среднее арифметическое, медиана, среднестатистическое) и некоторое отклонение от него (диапазон, дисперсия, среднеквадратичное отклонение).

Основной инструмент статистического управления - контрольная карта Шухардта, которая позволяет отличать предсказуемые результаты от непредсказуемых по степени отклонения показателей процессов.

6. Анализ корневых причин. Выявление корневых причин позволяет устранить повторного появления проблем с качеством данных. Анализ заключается во всестороннем изучении всевозможных факторов, вносящих вклад в наблюдаемые проблемы с целью поиска причин их возникновения. Для поиска корневых причин можно применять наиболее распространенные методы:

метода Парето (80/20), причинно-следственную диаграмму Исикавы, логистический анализ, метод «пяти почему».

7. Мониторинг. Наблюдение за состоянием качества данных с применением автоматизированных средств с уведомлением ответственных лиц.

Раздел методики управления качеством данных приведен на рисунке 50.

#### ***4.1. Внедрение методики.***

Внедрение методики по управлению качеством данных может осуществляться двумя способами: «сверху вниз» и «снизу-вверх». Наиболее качественный результат дает объединение способов, когда сверху вниз идет спонсорская поддержка, а снизу-вверх выявление проблем, инициативы и пошаговые достижения.

Важнейшим фактором успеха, но, в то же время, самым сложным является изменение корпоративной культуры, так как требует планирования, обучения и закрепления знаний персонала. Изменение корпоративной культуры должно учитывать следующие аспекты внедрения:

- Метрики для оценки ценности данных и ущерба, причиняемыми данными низкого качества.
- Операционная модель взаимодействия между ИТ и бизнес-подразделениями.
- Изменения в порядке выполнения проектов.
- Изменения в бизнес-процессах.
- Финансирование проектов по исправлению и улучшению данных.
- Финансирование деятельности по обеспечению качества данных.

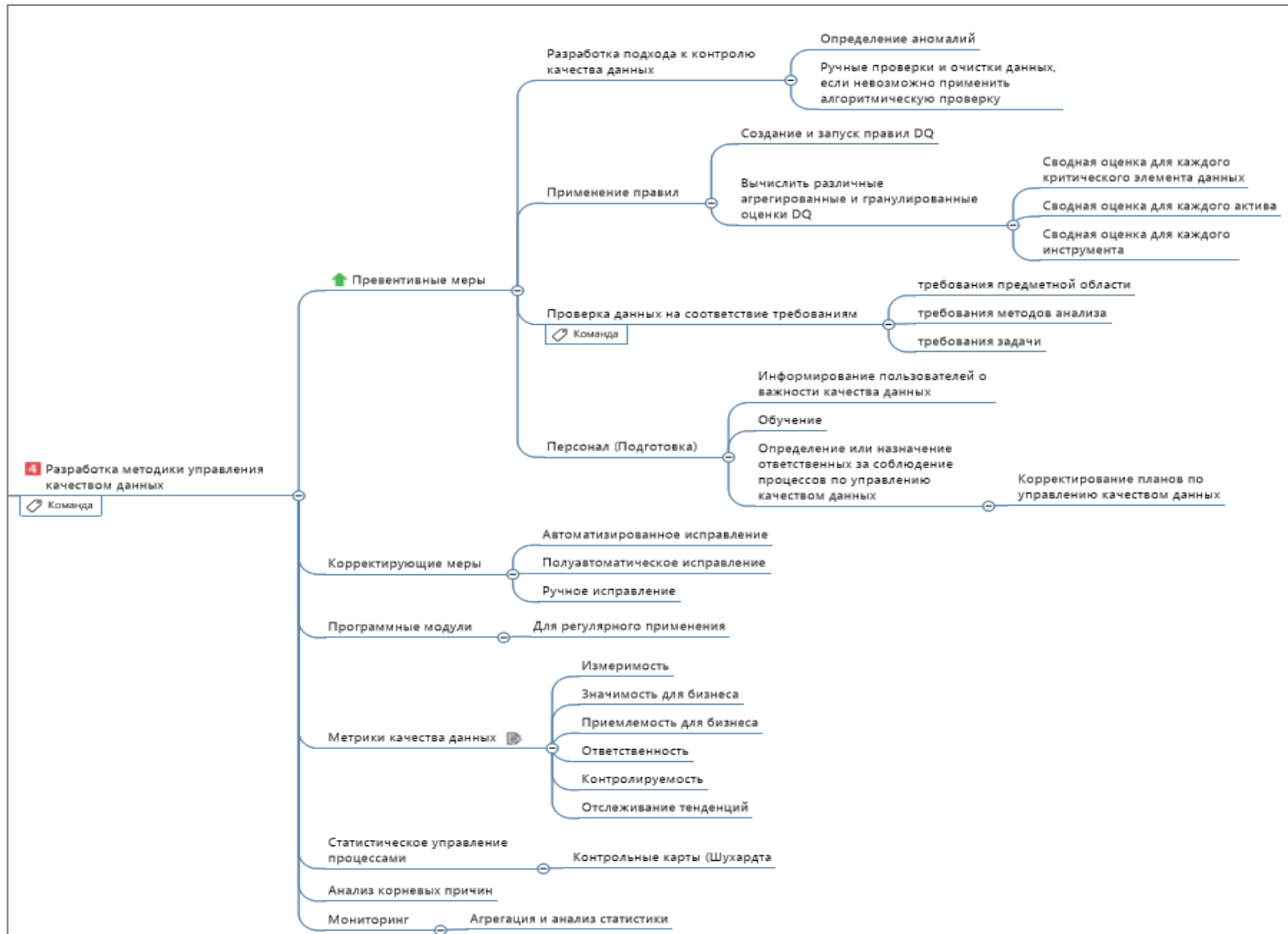


Рисунок 50 – Раздел методики по управлению качеством данных

## **Оценка рисков**

Степень поддержки программы качества данных зависит от зрелости организации в плане управления данными в целом. Для оценки готовности организации к восприятию и внедрению передовых практик управления качеством данных можно воспользоваться следующими характеристиками:

- Приверженность руководства управлению данными как стратегическим активом.
- Текущий уровень понимания организацией качества своих данных.
- Объективная оценка состояния данных.
- Риски, связанные с созданием, обработкой или использованием данных.
- Культурная и техническая готовность к масштабируемому мониторингу качества данных.

### ***4.2. Проводимые работы.***

#### **1. Разработка модели качества.**

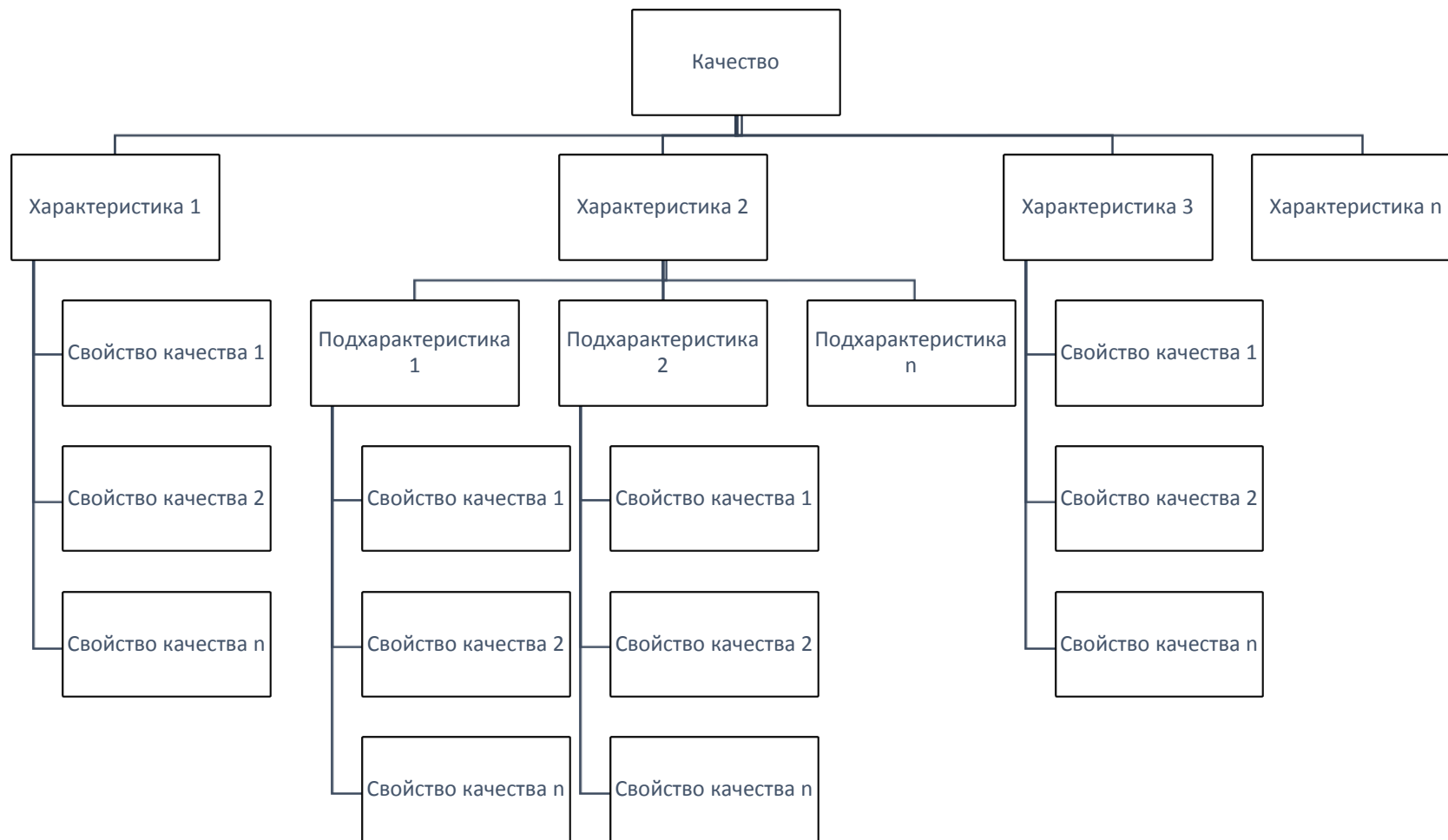
На данном этапе необходимо разработать общую модель качества, описываемую набором характеристик (рисунок 51) Понятие качества зависит от контекста. Например, если рассматривать один и тот же параметр – качество полета, то для пилотов в это понятие будет вкладываться один смысл, а для пассажиров самолета – совсем другой. Для пилотов будут наиболее важными управляемость самолета, точность показаний приборов и т.д., а для пассажиров – это комфорт полета, питание во время полета и т.д.

Для решения операционных задач пользователю должна предоставляться возможность выполнять только необходимые шаги, исключая любые ненужные.

Общая модель качества состоит из следующих разделов:

- Качество общих данных;
- Качество основных данных;
- Качество данных в транзакциях;
- Качество данных о продукции.





• Рисунок 37 - Структура, используемая для модели качества<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Источник: ГОСТ Р ИСО /МЭК 25010 – 2015. Обработка автора.

2. Определение данных высокого качества. Основной трудностью является само формулирование критериев и признаков качества данных. Главным признаком высокого качества данных является возможность их использования по назначению. Для получения текущего состояния качества данных необходимо:

- Понять стратегию и цели бизнеса;
- Выявить болевые точки, риски и бизнес-стимулы;
- Провести комплексную экспертизу данных методами профилирования и статистического анализа;
- Задokumentировать зависимости между данными в бизнес-процессах;
- Задokumentировать техническую архитектуру и системную поддержку бизнес-процессов.

Раздел методики, связанный с проводимыми работами приведен на рисунке 52.

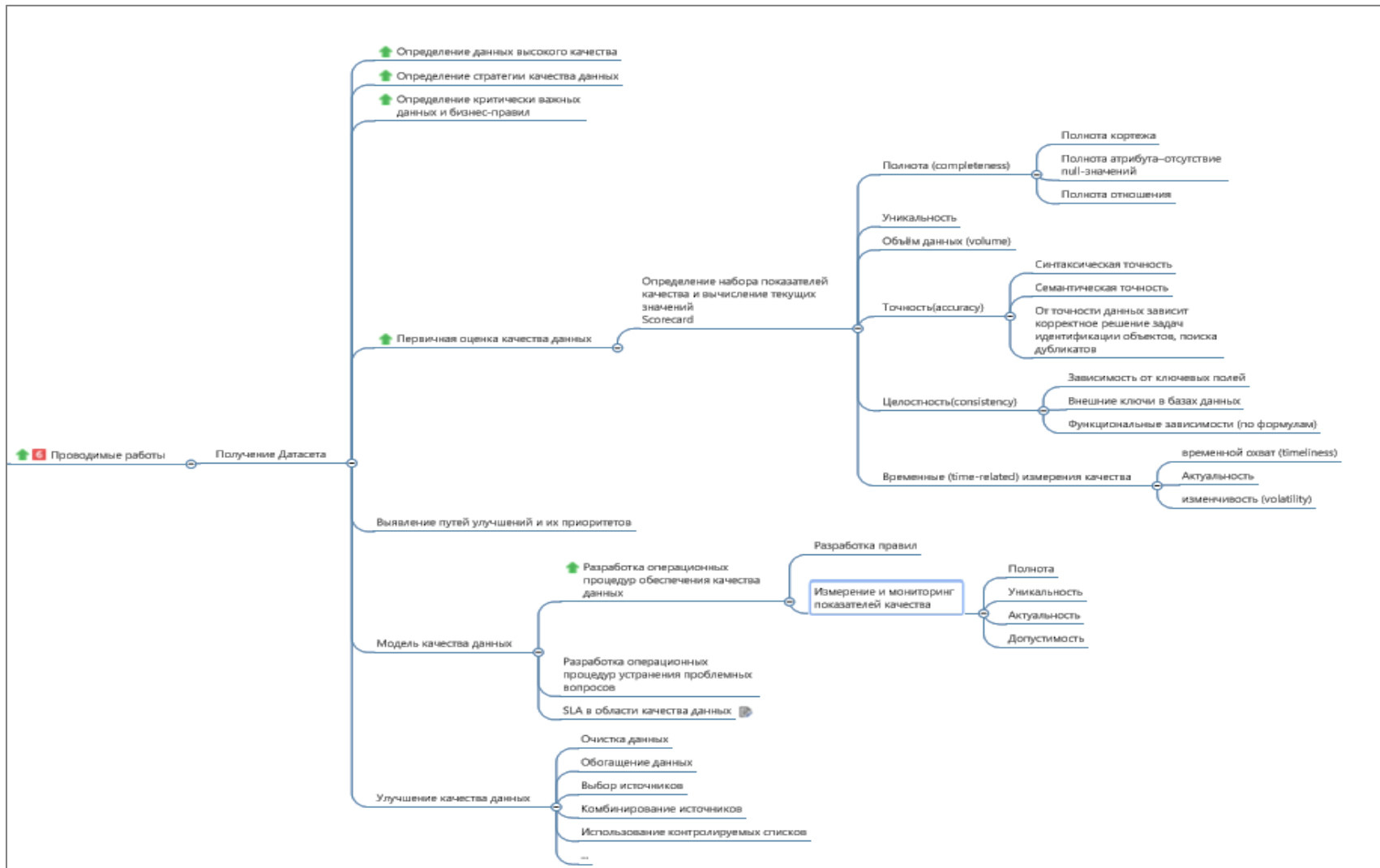


Рисунок 382 – Фрагмент методики, связанный с проводимыми работами

1. Определение критически важных данных и бизнес-правил
2. Проведение первичной оценки качества данных
  - a. Узнать все необходимое для составления плана первоочередных мер.
3. Выявление и приоритезация потенциальных улучшений
  - a. Более глубокое профилирование, чем при первичной оценке данных
  - b. Опрос заинтересованных
4. Определение целей повышения качества данных
  - a. От исправления элементарных ошибок до комплексного обследования
5. Разработка и внедрение операционных процедур обеспечения качества данных
  - a. Управление правилами качества данных
  - b. Измерение и мониторинг показателей качества данных
  - c. Разработка операционных процедур выявления и устранения проблемных вопросов
  - d. Определение соглашений об уровне обслуживания в области качества данных

#### **Этапы проведения работ по управлению качеством структурированных данных при проектировании компланарных потоков**

- Назначение ответственного за управление данными (в том числе и качеством);
- Разработка стратегии непрерывного повышения качества данных на основе данной методологии;
- Подготовительный этап (сбор первичных данных);
  - Анализ ИТ-инфраструктуры и архитектуры ИС;
  - Выявление источников данных;
  - Анализ архитектуры данных (состав и структура данных);

- Определение критически важных данных;
- Прогнозируемые убытки от некачественных данных (бизнес-кейс. Влияние некачественных данных на бизнес.);
- Первый этап оценки данных (Определение критериев и метрик);
  - Определение показателей качества, подлежащих оценке (полнота, достоверность, целостность, форматы и др.)
  - Определение алгоритмических проверок (какие данные можно оценивать алгоритмически);
  - Определение полуавтоматических проверок;
  - Определение ручных проверок качества данных;
  - Определение данных, требующих логической проверки;
  - Анализ бизнес-правил на наличие уязвимостей для качества данных (проверки данных, механизмы защиты и автозамены, форматы данных и проч.);
- Второй этап оценки качества данных (Оценка качества данных);
  - Формирование механизмов для вычисления каждого показателя качества;
  - Вычисление количественных значений показателей качества (метрик).
  - Формирование отчетов
- Третий этап
  - Разработка методики по устранению корневых причин появления данных низкого качества;
  - Внедрение методики (изменение бизнес-правил, дополнительные способы защиты данных)
  - Разработка и внедрение правил обращения с данными;
  - Внедрение мониторинга данных;
  - Внедрение непрерывного управления качеством данных;

### **4.3. Инструментальные средства.**

Для выбора инструментальных средств необходимо вначале составить список критериев, на основе которых будет производиться оценка качества. На

основе отобранных критериев осуществляем выбор подходящих инструментов (см. Рисунок 52).

Примеры возможных инструментальных средств:

- a. Oracle Enterprise Data Quality
- b. Data Quality Services
- c. Ataccama ONE
- d. Informatica: PowerCenter и Data Quality
- e. Loginom Scorecard Modeler

### **Раздел 5. Непрерывное управление качеством данных.**

Непрерывное управление качеством данных должно осуществляться на основе модели качества Шухардта, носить циклический характер и использовать контрольные карты Шухардта для оценки данных на основе статистических показателей. Для этого вначале осуществляется накопление статистически значимого набора данных, а затем производится их оценка на основе статистических методов (например, среднеквадратичное отклонение параметров от нормативных значений).

**Пример1 (Неактуальные + пустые данные).** Клиенту был выставлен счет по подписанному договору, но он не был оплачен, и, в силу давности, менеджеры про него забыли. В результате неоплаченная сумма попадает в финансовые отчеты как дебиторская задолженность, которая уже не будет погашена (см. Рисунок 54). В данной ситуации необходимо было пометить этот счет как удаленный в информационной системе. Последствием таких ситуаций окажется, что информационные потоки будут содержать недостоверные сведения, что приведет к некачественному финансовому планированию и репутационным потерям.

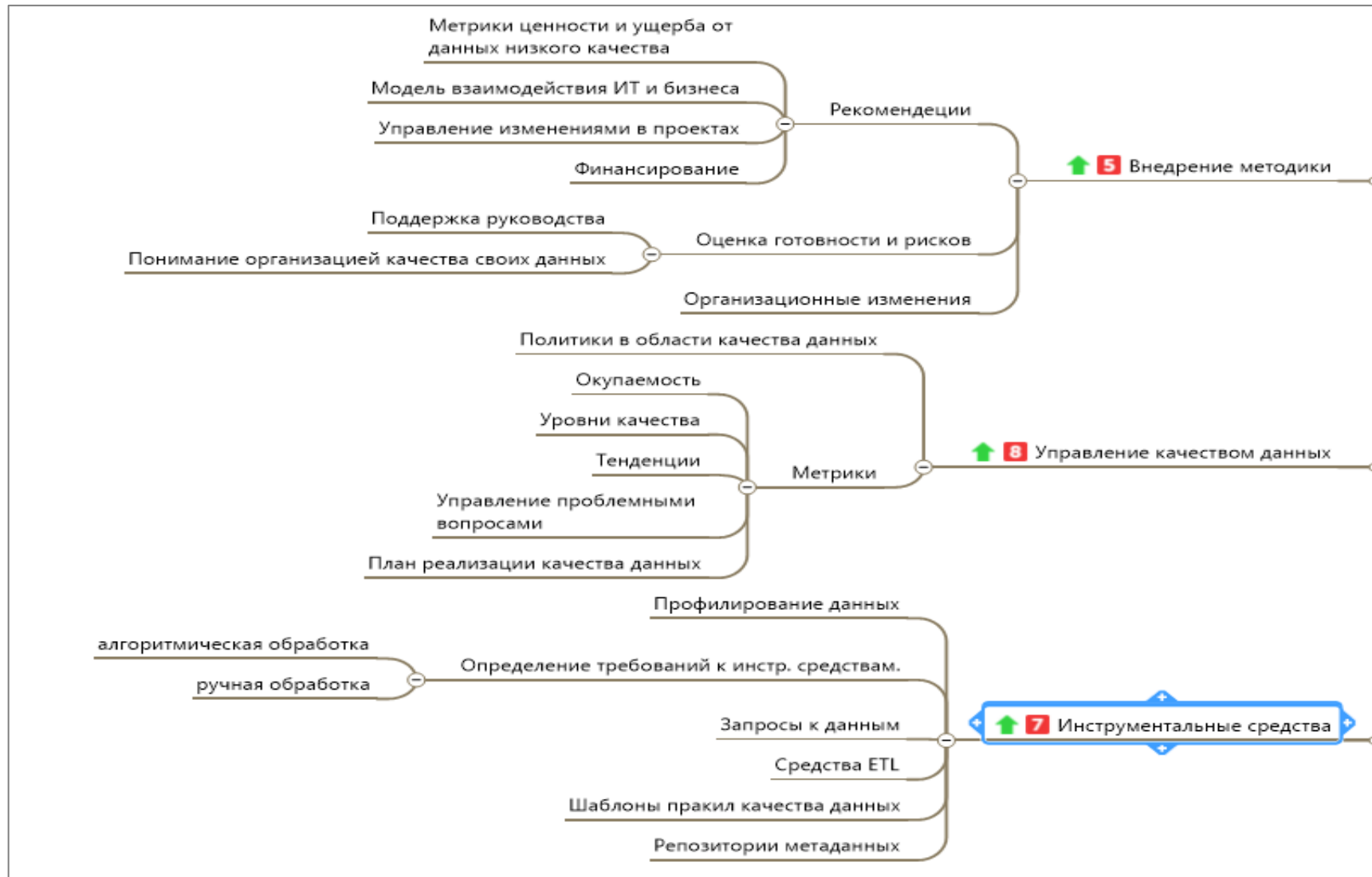


Рисунок 39 – Инструментальные средства и этапы внедрения методики управления качеством данных

Дата	Сумма	Курс \$	Сумма в руб.		Номер ПП	Дата ПП	Сумма	Долг
16.06.2017	224000,00	1,0000	\$USD	224000,00		17.10.2017	224 000,00	0,00
12.12.2017	224000,00	1,0000	\$USD	224000,00		02.02.2018	224 000,00	0,00
08.07.2016	224000,00	1,0000	\$USD	224000,00		15.08.2016	224 000,00	0,00
13.01.2017	224000,00	1,0000	\$USD	224000,00				
09.03.2017	224000,00	1,0000	\$USD	224000,00		10.03.2017	224 000,00	0,00
06.06.2018	224000,00	1,0000	Rub	224000,00	1	29.08.2018	224 000,00	0,00
07.12.2018	224000,00	1,0000	Rub	224000,00	1	12.02.2019	224 000,00	0,00
05.06.2019	224000,00	1,0000	Rub	224000,00	1	03.10.2019	224 000,00	0,00
05.12.2019	224000,00	1,0000	Rub	224000,00	1	15.01.2020	224 000,00	0,00
04.05.2020		1,0000	Rub				0,00	

Рисунок 40 – пример нарушения качества данных

**Пример 2. Нарушение бизнес-правил.** В результате нарушений алгоритмов работы менеджеров и отсутствия правил проверки данных в информационной системе финансового учета присутствовала возможность вносить данные в определенные поля без дополнительной проверки. Менеджеры смогли вносить некорректные данные, что привело к существенным искажениям информации в компланарных потоках.

### Повышение качества неструктурированных данных

Методика управления качеством неструктурированных данных основывается на разработке модели метаданных для каждого рассматриваемого процесса, либо разработке общей таксономии, а также включает в себя:

- определение владельцев данных;
- определение актуальных версий;
- поиск дубликатов;
- назначение ответственных за проведение уборок в папках (как в личных, так и в общедоступных, но в зоне ответственности);
- выявление мастер-данных;
- проверка и заполнение мета-данных для критических данных;
- разработка справочников НСИ;



- разработка стратегии резервного копирования для обеспечения непрерывности бизнеса.

#### 5.4. Оценка экономического эффекта логистических провайдеров от внедрения информационной системы

Для подтверждения экономической целесообразности диссертационного исследования выполнен расчет прогнозируемых показателей для транспортно-экспедиционной компании ООО «ТРАСКО», занимающейся мультимодальными перевозками, в том числе и международными. В настоящее время в московском филиале компании работают более 1200 человек. Из них 350 человек – это менеджеры, отвечающие за организацию и планирование перевозок. Уставный капитал составляет 4 211 000 руб. Динамика баланса, выручки и прибыли представлены на рисунках 55 и 56.

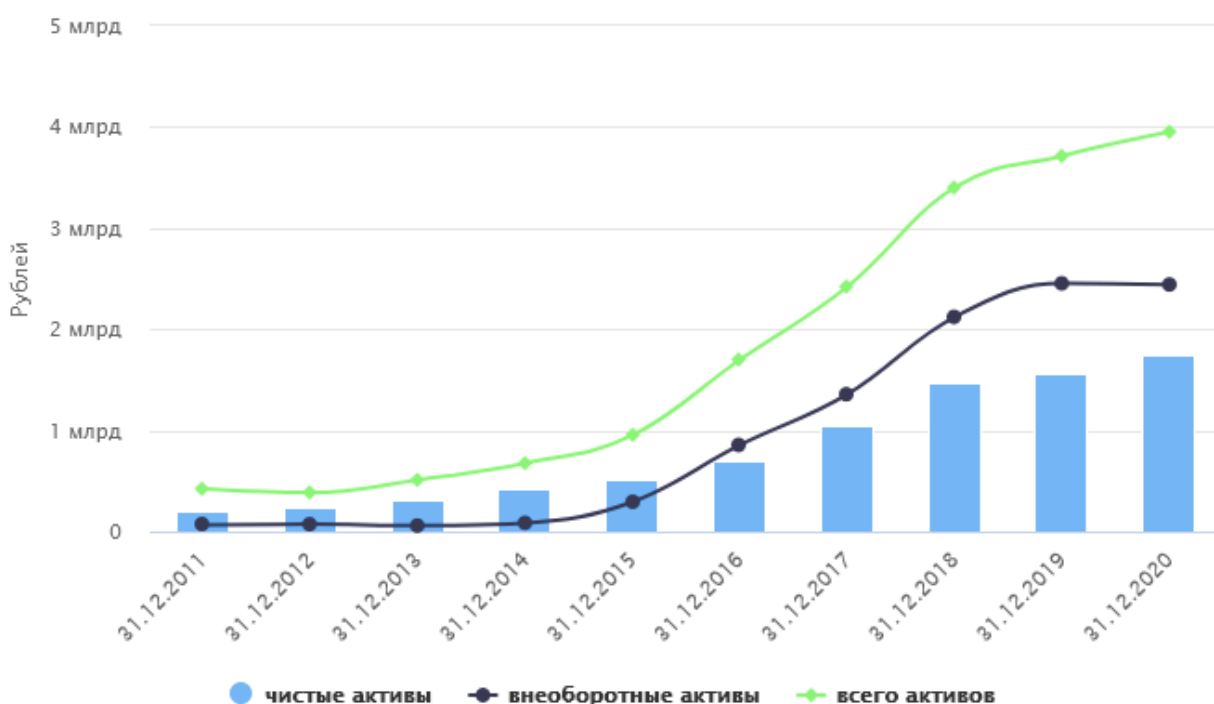


Рисунок 41. Динамика баланса

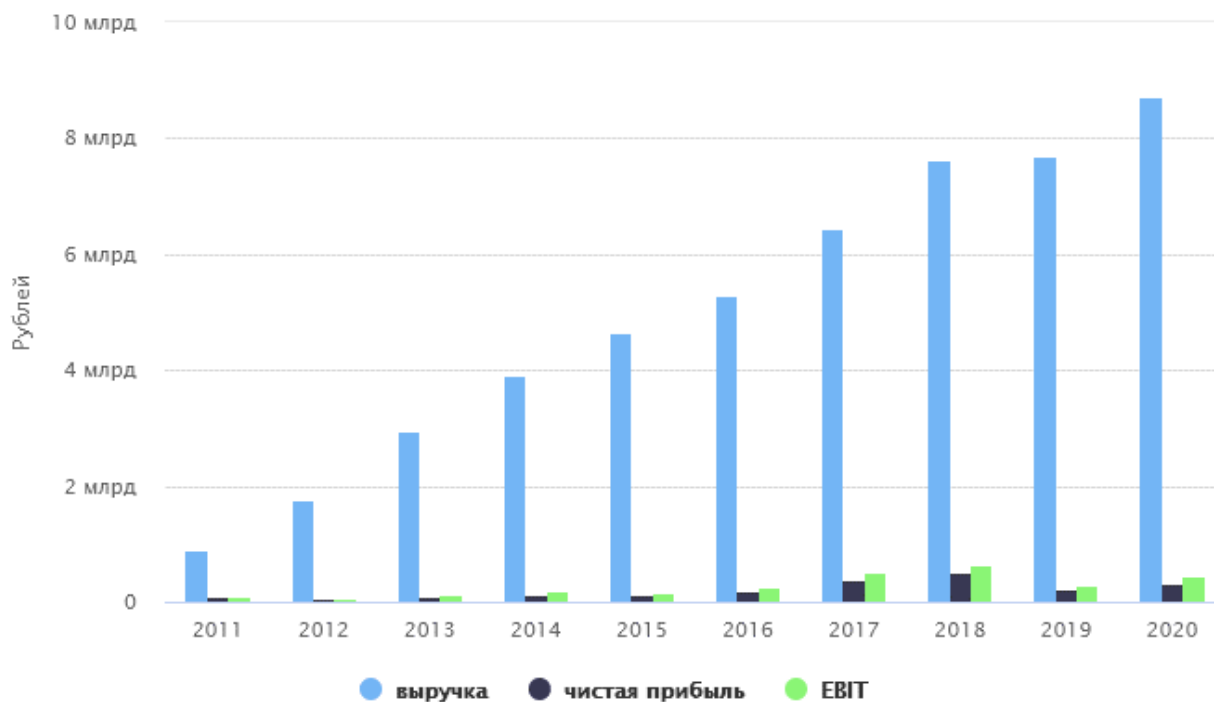


Рисунок 42. Динамика выручки и чистой прибыли

Автомобильный парк транспортно-экспедиционной компании «ТРАСКО» насчитывает более 500 машин. Один менеджер управляет заказами и маршрутами от 20 до 40 автомобилей совместно с экспедиторами. Активы на 31 декабря 2020 составляют 3 950 млн. руб.

Прогнозируемые показатели экономической эффективности рассчитаны на основе ГОСТ 24.702-85 «Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения». Нормативные значения трудоёмкости на работы по созданию информационной системы получены на основе ОСТ 4.071.030 «Создание системы. Нормативы трудоёмкости».

Исходя из того, что в ОСТ 4.071.030 приводятся нормативные данные для предприятий численностью от 500 человек, то для предприятий с меньшей численностью следует аппроксимировать нормативные показатели, но с учетом специфики информационной системы. При существенном уменьшении количества сотрудников, например, до размера

микропредприятия, пропорционального уменьшения трудозатрат не будет, так как некоторые работы по проектированию не зависят от количества сотрудников, например, проектирование архитектуры, проектирование интерфейсов и др.

В таблице 13 собраны временные затраты на каждый этап разработки информационной системы [260, 293].

Таблица 13. Временные затраты на разработку ИС

№	Этап разработки	Трудоемкость, нормо-часы
1	Сбор требований к ИС	1 888
2	Разработка архитектуры ИС	1 888
3	Разработка технического задания	3 770
4	Эскизное проектирование	3 899
5	Техническое проектирование	11 700
6	Разработка рабочей документации	5 530
7	Ввод в эксплуатацию	5 770
<b>ИТОГО:</b>		<b>34 445</b>

Суммарная трудоемкость на разработку ИС составит:  $1888+1888+3770+3899+11700+5530+5770 = 34445$  нормо-часов.

При запланированном сроке разработки 12 месяцев, при восьмичасовом рабочем дне и среднем количестве дней в месяце - 22, получим общую продолжительность проекта:

$$12*22*8 = 2112 \text{ часов}$$

Количество человек, необходимых для реализации проекта разработки информационной системы составит:

$$Ч_{п} = \frac{T}{n * k * 8}$$

Где  $Ч_{п}$  – плановая численность персонала, занятого в проекте,

$T$  – общая трудоемкость на разработку ИС,

$n$  – количество месяцев, отведенных на проект,

$k$  – количество рабочих дней в месяце.

$$Ч_{п} = \frac{34445}{12 * 22 * 8} = 16,3 \text{ чел.}$$

Принимаем количество человек, занятых в проекте равным 17.

Далее необходимо составить штатное расписание для реализации проекта разработки информационной системы. Сведения о заработных платах взяты с сайта headhunter.ru по состоянию на сентябрь 2020г.

Таблица 14. Штатное расписание на проект разработки информационной системы

<b>№ п/п</b>	<b>Должность</b>	<b>Кол-во сотрудников</b>	<b>Оклад, руб./мес.</b>
1	Бизнес-аналитик	2	100 000
2	Системный аналитик	3	105 000
3	Системный архитектор	1	115 000
4	Технический писатель (на 0,5 ставки)	1	41 325
5	Программист	3	110 000
6	Разработчик БД	1	110 000
7	Тестировщик	2	80 000
8	Системный администратор	2	85 000
9	Консультант	2	65 000
<b>ИТОГО в месяц, руб.:</b>		<b>1 571 325</b>	
<b>ИТОГО на весь проект (12 мес.), руб.:</b>		<b>18 855 900</b>	

Таким образом, за весь срок проекта фонд оплаты труда составит 18 855 900 рублей. Рассчитаем далее отчисления в основные фонды: ПФР, ВНиМ, ФФОМС.

Отчисления в пенсионный фонд на обязательное пенсионное страхование составляют 22% от фонда оплаты труда:

$$18\,855\,900 * 0,22 = 4\,148\,298 \text{ руб.}$$

Отчисления в фонд временной нетрудоспособности и материнства ВНиМ (2,9%):

$$18\,855\,900 * 0,029 = 546\,821 \text{ руб.}$$

Отчисления в фонд обязательного медицинского страхования (5,1%):

$$18\,855\,900 * 0,051 = 961\,651 \text{ руб.}$$

Суммарные отчисления составят:

$$4\,148\,298 + 546\,821 + 961\,651 = 5\,656\,770 \text{ руб.}$$

Однако, кроме оплаты труда в затраты включаются: амортизация оборудования, затраты на электроэнергию, накладные расходы и т.д.

Амортизация персональных компьютеров будет рассчитана исходя из срока их службы, который принимаем равным лет (60 мес.).

Стоимость компьютеров будет складываться из стоимости компьютеров программистов, системных администраторов, архитектора и разработчика БД, которые должны быть более мощными и стоимости компьютеров аналитиков, технического писателя, тестировщиков и консультантов, которые могут быть несколько слабее.

Компьютеры программистов и администраторов имеют конфигурацию: DELL Optiplex 7080, Intel Core i7 10700, DDR4 16ГБ, 512ГБ(SSD), Intel UHD Graphics 630, DVD-RW, CR, Windows 10 Professional и на сентябрь 2020 г. имеют цену 86 490 руб. в магазине Ситилинк.

Компьютеры тестировщиков и консультантов: DELL Vostro 3681, Intel Core i5 10400, DDR4 8ГБ, 512ГБ(SSD), Intel UHD Graphics 630, DVD-RW, CR, Windows 10 Professional по цене 57 000 руб.

Мониторы 17 шт.: DELL P2421DC 23.8" по цене 22 990 руб.

Комплекты клавиатура + мышь (17 шт.): LOGITECH MK235, USB, беспроводной – 2080 руб.

Общая стоимость 17-ти компьютеров:

$$7 * 86\,490 + 10 * 57\,000 + 17 * 22\,990 + 17 * 2\,080 = 1\,601\,620 \text{ руб.}$$

Тогда амортизация компьютеров за 12 месяцев составит:

$$\frac{1\,688\,250}{60} * 12 = 320\,324 \text{ руб.}$$

Принтер лазерный цветной сетевой: XEROX Versalink C7000DN  
лазерный – 86 630 руб. Срок службы – 84 мес.

Амортизация принтера:

$$\frac{86\,630}{84} * 12 = 12\,376 \text{ руб.}$$

Амортизация комплекта клавиатура + мышь:

$$\frac{2\,080 * 17}{36} * 12 = 11\,787 \text{ руб}$$

Офисная мебель:

- Стол офисный Trend - 3 245 руб.
- Тумбочка Trend - 3 783 руб.
- Кресло компьютерное СН-808LT - 3 890 руб.

Итого офисная мебель:

$$17 * (3\,245 + 3\,783 + 3\,890) = 185\,606 \text{ руб.}$$

Амортизация офисной мебели рассчитывается исходя из срока службы столов и тумбочек – 120 месяцев, кресла компьютерного – 36 месяцев:

$$\left( \frac{3\,245 + 3\,783}{120} + \frac{3\,890}{36} \right) * 12 * 16 = 31\,991 \text{ руб.}$$

Таблица 15. Затраты на амортизацию основных средств

Наименование	Модель	Цена, руб.	Кол-во	Общая стоимость, руб	Срок службы, мес.	Амортизация за 12 мес., руб.
Компьютер 1	DELL Optiplex 7080, Intel Core i7 10700, DDR4 16ГБ, 512ГБ(SSD), Intel UHD Graphics 630, DVD-RW, CR, Windows 10 Professional	86 490	7	605 430	60	121 086
Компьютер 2	DELL Vostro 3681, Intel Core i5 10400, DDR4 8ГБ, 512ГБ(SSD), Intel UHD Graphics 630, DVD-RW, CR, Windows 10 Professional	57 000	10	570 000	60	114000
Монитор	DELL P2421DC 23.8"	22 990	17	390 830	60	78166
Комплект клавиатура + мышь	LOGITECH MK235, USB, беспроводной	2 080	17	35 360	36	11 787
Принтер лазерный цветной сетевой	XEROX Versalink C7000DN	86 630	1	86630	84	12 376
Стол	Trend	3 245	17	55 165	120	5 517
Тумбочка	Trend	3 783	17	64 311	120	6 431
Кресло компьютерное	CH-808LT	3 890	17	66 130	36	22 043
<b>ИТОГО</b>				<b>1 873 856</b>		<b>371 406</b>

Затраты на энергопотребление.

Для освещения помещения используются 8 энергосберегающих потолочных светильников мощностью по 60Вт/час каждый. Тогда суммарное потребление при 8-часовом рабочем дне составит:  $8 * 60 * 8 = 3\,840$ Вт/день.

Компьютеры.

8 компьютеров с потребляемой мощностью 450 Вт/час и 10 компьютеров мощностью 400 Вт/час. Тогда за один день все компьютеры затратят:

$$8 * 8 * 450 + 10 * 8 * 400 = 28\,800 + 32\,000 = 60\,800 \text{ Вт/день.}$$

Принтер: потребляемая мощность при работе – 1 600 Вт/час, потребляемая мощность в режиме ожидания – 94 Вт/час. Процент использования = 20%. Затраты электроэнергии на принтер:

$$8 * 0,2 * 1\,600 + 8 * 0,8 * 94 = 2\,560 + 602 = 3\,162 \text{ Вт/день.}$$

Итого потребляемая энергия в день составит:

$$3\,840 + 60\,800 + 3\,162 = 67\,802 \text{ Вт/день} \approx 67,8 \text{ кВт-часов/день.}$$

За весь проект будет потрачено электроэнергии:

$$22 * 12 * 67,8 = 17\,899,2 \text{ кВт-часов.}$$

При цене на электроэнергию для предприятий на сентябрь 2020 года ПАО "Мосэнергосбыт" (Москва) для предприятий максимальной мощностью менее 670 кВт/мес равной 6,26 руб. суммарно будет потрачено:

$$17\,899,2 * 6,26 = 112\,049 \text{ руб.}$$

Затраты на расходные материалы приведены в таблице 16.

Таблица 16. Затраты на расходные материалы

№ п/п	Наименование материала	Единицы измерения	Колич., шт.	Цена, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Бумага для принтера	уп.	72	280	20 160
2	Картриджи комплектом Тип чернил: Laser Цвет: полный набор Совместимость: VersaLink C7000_V_DN C7000, C7000_V_N, C7000N Ресурс:	шт.	4	60 330	241 320



№ п/п	Наименование материала	Единицы измерения	Колич., шт.	Цена, руб.	Общая стоимость, руб.
	10250 стр.				
3	STAFF Ручка шариковая автоматическая BPR116	шт.	50	8	400
4	Карандаш ч/гр. STAFF эконом, HB	шт.	50	6	300
<b>ИТОГО</b>					<b>262 180</b>

Прочие расходы составляют 6000 рублей в месяц. Суммарно за 12 месяцев:

$$6000 * 12 = 72\ 000 \text{ руб.}$$

Итоговые расходы на весь проект разработки информационной системы приведены в таблице 17.

Таблица 17. Итоговые расходы на весь проект разработки ИС

№ п/п	Статья затрат	Сумма, руб.
1.	Фонд оплаты труда	18 855 900
2.	Отчисления в фонды	5 656 770
3.	Амортизация основных средств	371 406
4.	Электроэнергия	112 049
5.	Расходные материалы	262 180
6.	Прочие расходы	72 000
	<b>ИТОГО</b>	<b>25 330 305</b>

Для оценки экономической эффективности внедряемой информационной системы, необходимо сравнить затраты до и после внедрения. До внедрения информационной системы на анализ одного логистического контрагента у одного сотрудника уходит от 3 до 5 рабочих дней (получено методом замера затрачиваемого времени). Для расчетов

будем использовать среднее значение – 4 рабочих дня. После внедрения информационной системы такой анализ проводится в автоматизированном режиме. Временные затраты на автоматизированный анализ составляют 30 минут. Следовательно, можно сократить количество аналитиков, участвующих в процессе анализа с пяти до одного. В таблице 18 приведены показатели производительности до и после внедрения.

Таблица 18. Показатели производительности до и после внедрения

№ п/п	Показатели	Способ получения	Значение до внедрения	Значение после внедрения
1	Количество проведенных анализов контрагентов в месяц	Замер	27,5 в месяц	352 в месяц
2	Количество сотрудников, занятых на проведении анализа	-	5 сотрудников	1 сотрудник

Затраты на заработную плату данных сотрудников отображены в таблице 19.

Таблица 19. Затраты на заработную плату до внедрения

№	Должность	Оклад одного сотрудника руб./мес.	Количество человек	Оцениваемый период	Общая сумма, руб.
1	Аналитик	127 500	5	1 месяц	637 500
ИТОГО			5	1 месяц	637 500

В таблице 20 приведены затраты на заработную плату в пересчете на выполнение того же количества проведенных анализов контрагентов, что и до автоматизации (27,5) для обеспечения сопоставимости результатов.

Таблица 20. Затраты на заработную плату после внедрения

№	Должность	Оклад одного сотрудника руб./мес.	Количество человек	Оцениваемый период	Общая сумма, руб.
1	Аналитик	127 500	1	1 месяц	10 142
ИТОГО			1	1 месяц	10 142

Вычислим значения отчислений на одного сотрудника в фонды до внедрения информационной системы.

До внедрения:  $637\,500 * (0,22 + 0,029 + 0,051) = 191\,250$  руб.

После внедрения:  $10\,142 * (0,22 + 0,029 + 0,051) = 3\,043$  руб.

Для расчета амортизации основных средств необходимо вначале вычислить амортизацию на одного сотрудника, которая складывается из амортизации компьютера, стола, тумбочки и компьютерного кресла, и будет равна 4 928 руб./мес.

До автоматизации расходы на амортизацию составят:

$4\,928 * 5 = 24\,640$  руб./мес.

После автоматизации (в пересчете только на проведение анализа):

$4928 / 22 / 8 * 14 = 392$  руб./мес.

Расходы на освещение помещений в данный расчет не включены, так как они будут одинаковы до и после внедрения. Расходы на электроэнергию до внедрения включают потребление от 5 компьютеров:

$(400 * 5) * 8 * 22 = 352\,000$  Вт-ч. = 352 кВт-ч.

После внедрения (в пересчете только на проведение анализов):

$(400 * 1) * 14 = 5\,600$  Вт-ч.=

Расходы на электроэнергию до внедрения:

$352 * 6,26 = 2204$  руб./мес.

Расходы на электроэнергию после внедрения:

$5,6 * 6,26 = 35$  руб./мес.

Затраты на расходные материалы до внедрения в пересчете на одного сотрудника составляют 15 422 руб./мес. Соответственно, для пяти сотрудников затраты составят: 77 112 руб./мес.

Затраты на расходные материалы после внедрения (для сопоставимости результатов в пересчете только на процесс выполнения анализа): 6 134 руб./мес.

Прочие затраты до внедрения: 21 176 руб./мес.

Прочие расходы после внедрения: 337 руб./мес.

После внедрения информационной системы появится новая статья затрат на сопровождение базы данных. Предполагается, что поддержкой базы данных будет заниматься другой специалист с окладом 85 000 руб./мес.

Сравнение затрат до и после внедрения отображено в таблице 21.

Таблица 21. Сравнительный анализ затрат до и после внедрения информационной системы

п/п	Наименование затрат	Затраты до внедрения (руб.)	Затраты после внедрения (руб.)
1	Заработная плата	637 500	10 142
2	Отчисления в фонды	191 250	3 043
3	Амортизация основных средств	24 640	392
4	Электроэнергия	2204	35
5	Расходные материалы	77 112	6 134
6	Прочие затраты	21 176	337
7	Сопровождение базы данных	-	85 000
<b>ИТОГО</b>		<b>953 882</b>	<b>105 083</b>

Таким образом, ежемесячная экономия от внедрения информационной системы составит:  $953\,882 - 105\,083 = 848\,799$  руб.

Годовая экономия составит:  $848\,799 * 12 = 10\,185\,588$  руб.

Срок окупаемости проекта:  $25\,330\,305 / 848\,799 = 30$  месяцев (2,5 года).

Коэффициент эффективности инвестиций рассчитывается как отношение среднегодовой прибыли к сумме затрат на разработку и затрат после внедрения:

$$10\,185\,588 / (25\,330\,305 + 105\,083) = 0,29$$

График окупаемости проекта разработки и внедрения информационной системы приведен на рисунке 57.

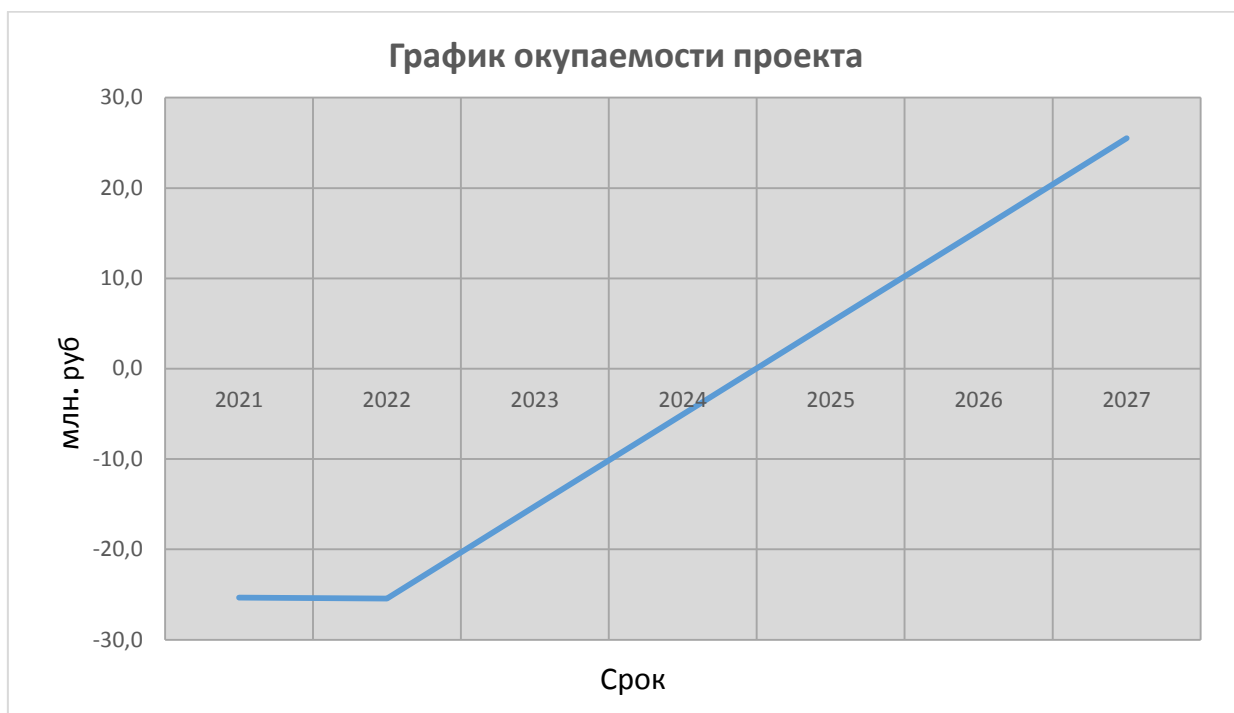


Рисунок 437 – График окупаемости проекта

Произведённый расчет экономической эффективности показал, что внедрение информационной системы окупится за 2,5 года.

### **Выводы по пятой главе**

В результате проведённого диссертационного исследования была разработана концептуальная архитектура адаптивного сервиса на платформе искусственного интеллекта, а также дана оценка экономической эффективности хозяйственной деятельности логистических провайдеров в условиях становления цифровой экономики России.

Кроме того, впервые предложена архитектура компланарных потоков для логистических провайдеров с механизмом реализации обратных связей с целью повышения конкурентной устойчивости отечественных логистических компаний за счёт использования интеллектуальных технологий, с одной стороны, позволяющая автоматизировать процесс взаимодействия участников цепей поставок в режиме реального времени на основе технологий искусственного интеллекта, с другой.

Доказана экономическая эффективность внедрения предложенной методики автоматизированного проектирования компланарных потоков в логистических информационных системах, позволяющая экономить рассматриваемой организации 10 185 588 руб. /год. Срок окупаемости проекта внедрения информационной системы составил 2,5 года. В качестве первого этапа автоматизации разработана нейронная сеть для обучения на имеющихся данных, которая используется для получения весовых коэффициентов в процессе ранжирования имеющихся вариантов.

## Заключение

В результате проведённого диссертационного исследования были выявлены и научно обоснованы предпосылки развития и формирования методологии развития адаптивно-интегрированной логистики на платформе искусственного интеллекта. В условиях прогрессивного развития информационно-коммуникационных технологий различные бизнес-структуры, начиная с представителей малого и среднего бизнеса, и заканчивая крупными государственными корпорациями, подвергаются воздействию информационной перегруженности на фоне поиска необходимых данных в условиях ограничения времени.

Лицам, принимающим управленческие решения, необходимо собирать, структурировать и анализировать большие объемы информации. Однако автоматизация данных процессов крайне затруднена из-за семантической неопределенности и сложности в понимании смысла высказываний информационными системами.

Несмотря на достигнутые результаты в направлении развития интегрированной логистики, проектирования цепей поставок и логистических потоков в условиях глобальной цифровизации экономики, была выявлена насущная востребованность в разработке методологии развития адаптивно-интегрированной логистики с использованием интеллектуальных технологий управления логистическими потоками. Это позволяет сделать вывод, что тема диссертации весьма актуальна и своевременна.

Основной принцип, ставший фундаментом построения диссертационного исследования – проблемный. Научные результаты, основные положения и выводы диссертации взаимосвязаны между собой в двенадцати группах проблем, которые стоят перед научным сообществом в современных условиях.

**Первая группа** рассматриваемых в диссертации проблем непосредственно связана с повышением конкурентоспособности российских логистических провайдеров на основе применения интеллектуальных информационно-коммуникационных технологий в своей деятельности. Были выявлены и систематизированы предпосылки увеличения скорости построения их бизнес-процессов в виртуальной среде, ставшие основой для развития теоретических положений о компланарных потоках в качестве объекта управления, а также позволяющие создавать условия для более плотного взаимодействия всех участников адаптивно-интегрированных цепей поставок. Выявлен ряд причин, приводящих к автоматизации логистических бизнес-процессов для сокращения издержек, увеличения объемов обрабатываемой информации, автоматизации операционной деятельности и т.д.

**Вторая группа** проблем посвящена выделению новых специфичных особенностей передачи информации в логистических информационных системах и были разработаны новые классификационные признаки информационных потоков, которые позволили уточнить существующую классификацию, путем добавления двух новых классификационных признаков: адаптивность и чёткость формализации информационного потока. Адаптивность предполагает автоматическое подстраивание параметров потока под динамично изменяющуюся информационную среду, а четкость формализации позволяет синхронизировать параметры даже в случае неполного или нечёткого описания свойств или характеристик объекта (маршрута, потока) за счет технологий обогащения данных.

Введены новые понятия: «адаптивно-интегрированная логистика», которое раскрывает экономическую сущность логистических провайдеров в сфере управления цепями поставок в виртуальной среде, и «компланарный поток», характеризующий логистические процессы в цифровой среде, а также позволяющий определить необходимые параметры и условия построения алгоритмов для максимально полной автоматизации



логистических процессов в режиме реального времени. Адаптивная интеграция предполагает на основе механизма обратных связей автоматизировать управление логистическими потоками.

**Третья группа** проблем связана с разработкой основ методологии развития адаптивно-интегрированной логистики и потоковой теории логистики на основе технологий искусственного интеллекта в основе которых лежат методы, принципы и алгоритмы для управления сквозными бизнес-процессами.

Анализ проблем, которые поднимаются в проведённом исследовании, показал необходимость разработки методологических аспектов развития и раскрытия экономической сущности адаптивно-интегрированной логистики, суть которой заключается в разработке методов и принципов автоматизированного взаимодействия участников цепей поставок на платформе искусственного интеллекта, напрямую интегрированных в корпоративные информационные системы с учётом интеллектуальной адаптивной составляющей логистических потоков всех участников рассматриваемой цепи в режиме реального времени.

Важнейшим фактором развития адаптивно-интегрированной логистики, базирующейся на гибкой системе сквозного управления интегрированными потоковыми процессами, является составляет механизм интеллектуальных обратных связей на основе концепции SCM. За счет применения интеллектуальных технологий и аппарата теории нечётких множеств возможно повышение эффективности логистических бизнес-процессов при поддержке программных интерфейсов API.

Основным компонентом двунаправленной интеграции являются компланарные потоки, обеспечивающие рост конкурентоспособности логистических провайдеров в условиях цифровизации экономики страны. Их базис – комплексное использование интеллектуальных информационно-коммуникационных технологий, позволяющих в автоматизированном режиме заниматься мониторингом конкурентной среды, анализировать и

выявлять причины возникновения рискованных ситуаций, что в свою очередь является одним из источников информации для принятия управленческих решений и выработки необходимых рекомендаций. Логистика в современных условиях не может существовать без качественного информационно-технологического обеспечения, поэтому предприятия перевели частично либо полностью целый спектр видов деятельности в виртуальное пространство, имея в сети Интернет собственное виртуальное представительство. Это, несомненно, вносит определённую специфику на конфигурацию логистических потоков.

Цифровая трансформация интегрированной логистики основывается на применении новых бизнес-моделей и требует теоретического осмысления, разработки нового инструментария для их практической реализации. Поскольку эффективность логистических бизнес-процессов напрямую зависит от различных издержек, то основной задачей является их снижение, что может быть реализовано не только с помощью новейших технологий, но и применением современных логистических концепций.

**В четвертой группе** проблем рассмотрены методы повышения динамической устойчивости логистических провайдеров за счет адаптивного регулирования взаимоотношений между участниками цепей поставок, комплексного автоматизированного анализа конъюнктуры конкурентной среды на предмет возникновения потенциальных рисков и выработке рекомендаций для принятия управленческих решений. Суть предложенных методов заключается в интеллектуальной двунаправленной адаптивной интеграции логистических потоков всех участников логистической цепи в условиях цифровой трансформации интегрированной логистики.

**Пятая группа** проблем, рассматриваемых в диссертационном исследовании, напрямую связана с уточнением классификации отечественных логистических провайдеров. В работе были определены основные факторы прогрессивного развития логистических компаний от 3PL и 4PL уровня до 5PL+. Качественный скачок возможен за счёт применения

технологий искусственного интеллекта для автоматизированного управления глобальными цепями поставок на базе компланарных потоков. Для успешного внедрения разработанных мероприятий, необходимо единое информационное пространство, которое позволит реализовать виртуальные взаимоотношения всех участников логистической цепи.

Наибольший интерес представляют предприятия, находящиеся на уровнях 4PL и 5 PL. Это высокий уровень, который требует объединения бизнес-процессов клиента и провайдера с целью обеспечения предоставления всего комплекса услуг. Стоит подчеркнуть, что выполнение вышеуказанных задач возможно при условии наличия логистической инфраструктуры нового поколения на основе IoT-технологии, включающей в себя технологии 3D-кодирования, RFID-меток, спутниковый мониторинг транспорта, отслеживание грузов, автоматизацию складских операций, технологию «умный склад» и т.д. Таким образом, необходима разработка новых принципов управления логистическими потоками.

**Шестая группа** проблем посвящена разработке методики автоматизированного проектирования компланарных потоков в логистических информационных системах для глобальной интеграции логистических информационных систем при поддержке программных интерфейсов, интеллектуальных технологий и аппарата теории нечётких множеств. Применение компланарных потоков позволит автоматизировать взаимоотношения участников логистической цепи и повысить ее эффективность в целом.

Предложен полный набор модулей для реализации интеллектуальных возможностей системы. Сформированные интеллектуальными модулями параметры компланарных потоков записываются в мета-блоки информационных сообщений, на основе которых выполняется глобальная маршрутизация потоков.

Решение данной проблемы лежит в плоскости синхронизации и интеграции компланарных потоков для различных логистических компаний,

позволяющих автоматизировать взаимодействие участников конкретной логистической цепи.

Заключительным этапом методики станет получение самоадаптирующейся системы, которая в автоматическом режиме непрерывно анализирует входные параметры компланарных потоков, вырабатывает оптимальные параметры для следующей итерации и сохраняет их в блоках мета данных самих информационных сообщений. На основе этих мета-данных строятся новые зависимости для корректировки бизнес-процессов всех участников логистической цепи, которых затронут данные изменения.

Таким образом, с помощью информационно-коммуникационных технологий можно выполнять прогноз развития событий на основе сценариев «что-если» и формировать такие условия, при которых эффективность выполнения бизнес-процессов логистических провайдеров будет максимальной, а прогнозы благоприятными.

**Седьмая группа** поднимаемых в диссертации проблем связана с разработкой архитектуры информационного модуля для реализации методологии адаптивно-интегрированной логистики при поддержке методов искусственного интеллекта, а именно нейронных сетей и теории нечётких множеств. Получение и обработка информации из внешних источников достигается путём сканирования специализированных сайтов на предмет появления новых данных, логистических виртуальных центров VLC, получение информации с «умных» датчиков и других ИК систем информационного пула. Процедура преобразования данных может изменить не только формат, но и саму структуру данных. В результате сформированный компланарный поток позволит выполнить интеграцию различных информационных систем, организовать единое пространство бизнес-процессов, позволит автоматически определять и обходить логистические барьеры, устранить человеческий фактор из большинства процессов и повысить эффективность работы персонала. Применение модуля

автоматизации компланарных потоков в логистических информационных системах позволит реализовать разработанную методологию и обеспечить качественную информационную поддержку логистических процессов на основе датацентричного подхода.

Решению задачи создания алгоритмов управления компланарными потоками на основе методов нечётких множеств и цепей Маркова посвящена **восбмая группа** проблем. Автоматизация логистических задач, связанных с проблемами выбора поставщика или товара, является в современных условиях достаточно сложной задачей, особенно при большом выборе вариантов.

В диссертационном исследовании обосновывается вывод, что для большого количества состояний цепь Маркова может оказаться неприемлемой, так как существенно возрастает объем вычислений. Целесообразно воспользоваться методом динамики средних, который тоже имеет природу марковских цепей или имитационным моделированием. Таким образом, на основе теории случайных процессов можно выполнять предсказание поведения системы на несколько шагов вперед, в которой ее текущее состояние не зависит от предыдущего.

С помощью аппарата нечётких множеств появляется реальная возможность алгоритмизировать процесс принятия решения, ранжирования или оценки ситуации.

**Девятая группа** проблем посвящена разработке алгоритмов ранжирования логистических провайдеров при заключении контрактов между участниками цепей поставок с использованием аппарата теории нечётких множеств, а именно нечёткой композиции, позволяющие автоматизировать операции экспертных оценок по поддержке принятия управленческих решений. Реализация алгоритма осуществляется на основе правил минимакса и базовых операций матричного счисления. Получаемая результирующая матрица содержит результаты приоритезации при выборе логистического провайдера для заключения контрактов с заданными

условиями и ограничениями. Хотя предлагаемая методика не содержит механизма обогащения данных, она, тем не менее, позволяет автоматизировать процессы принятия решений (или поддержки принятия решений). При этом алгоритмическая сложность данного процесса не является высокой, хотя требует больших вычислительных мощностей при больших размерностях исходных матриц.

Автоматизация экспертных функций является достаточно сложной в реализации, так как кроме функционала рекомендательных информационных систем реализация алгоритмов предполагает получение весовых коэффициентов исходных матриц при помощи машинного обучения на основе ретроспективных данных, накопленных в ходе деятельности предприятия, а также оперативных данных, получаемых из внешних аналитических систем и логистических систем партнеров и контрагентов.

**Десятая группа** проблем содержит анализ рисков, возникающих в цепях поставок адаптивно-интегрированной логистики, который наглядно свидетельствует о необходимости разработки превентивных мер по предотвращению рискованных ситуаций, связанных с развитием новейших цифровых технологий. Благодаря им возможно достичь высокой производительности труда, занять соответствующую нишу рынка, быть конкурентоспособным, ведь технологии сами по себе нейтральны, и никто не будет отказываться от их использования. Важно разумное применение информационно-коммуникационных технологий с учётом рискованной составляющей для обеспечения устойчивого роста отечественной экономики.

Разработаны основы механизма управления рисками логистических операций, суть которого состоит в применении аппарата теории нечётких множеств в режиме реального времени с использованием лингвистической переменной. Во-первых, это позволяет в автоматизированном режиме производить оценку логистических рисков. Во-вторых, вырабатывать наиболее выгодное решение для всех участников логистической цепи. В-третьих, уменьшить информационную перегруженность персонала.

Современный бизнес, вследствие общемировой тенденции глобализации, особенно в логистической сфере, становится все более турбулентным и степень неопределенности с каждым годом увеличивается даже в рамках отдельного контракта. Разработанный механизм позволяет учесть слабоизмеримые параметры контракта, удержать их в прибыльной зоне, что значительно повысит конкурентоспособность логистических компаний, с одной стороны, расширит арсенал управленческого инструментария для бизнес-структур, с другой.

**В первой главе** диссертационного исследования проведена теоретико-методическая оценка специфики современных логистических исследований, дан расширенный анализ основных факторов развития интегрированной логистики в условиях цифровой трансформации экономики, выявлено и обосновано влияние информационных технологий на логистический инструментарий провайдеров в рыночных условиях, учитывая особенности их сферы деятельности и возрастающую роль интеллектуальных технологий в экономике страны. Проведен анализ особенностей цифровой трансформации логистических бизнес-моделей, а также роль и место логистического сервиса при автоматизации логистической деятельности, и особо отмечен отдельный тип логистических услуг – роботизация складов при соответствующей поддержке сопутствующих технологий. Более подробно рассмотрено влияние новых технологий на эволюцию логистических информационных систем с учётом особенностей отечественных условий ведения хозяйственной деятельности.

**Во второй главе** достаточно тщательно рассмотрены методологические основы развития потоковой теории логистики на основе технологий искусственного интеллекта, уточнена существующая классификация информационных потоков, сделан подробный анализ, позволивший внести новые классификационные признаки. Уточнён понятийный аппарат потоковой теории логистики, впервые введён термин – «компланарные потоки» с учётом их экономической сущности. Выделены

особенности формирования адаптивных потоков для динамического проектирования компланарных потоков, что позволит повысить конкурентоспособность предприятия. Рассмотрены особенности цифровой трансформации интегрированной логистики. В заключении второй главы рассмотрены фундаментальные подходы к управлению потоковыми процессами в виртуальном пространстве.

**Третья глава** посвящена теоретическим вопросам методологии развития адаптивно-интегрированной логистики в современных условиях. Проведен анализ современных логистических концепций с точки зрения применения принципов адаптивной интеграции логистических потоков провайдерами различных уровней. Раскрыто понятие и экономическая сущность адаптивно-интегрированной логистики, разработан механизм формирования компланарных потоков для полной интеграции бизнес-процессов на основе механизмов обратных связей и создания единого пространства бизнес-процессов.

Проведен подробный анализ рисков, возникающих при адаптивной интеграции логистических бизнес-процессов, который показал сильную зависимость логистических информационных систем от внешних и внутренних угроз.

Сформулированы и обоснованы факторы повышения качества логистических услуг и конкурентной устойчивости логистических компаний России за счёт использования интеллектуальных технологий.

В **четвёртой главе**, рассматривающей прикладное применение методологии адаптивно-интегрированной логистики, раскрыты основы управления компланарными потоками на основе нечётких алгоритмов и вопросы моделирования потоковых процессов, разработан ряд моделей для управления компланарными потоками на основе аппарата теории нечётких множеств, теории цепей Маркова и нейронных сетей. Одним из существенных ограничений использования полученных моделей являются условия виртуализации взаимоотношений между участниками процесса. Это



послужило отправной точкой для построения модели интеллектуального управления рисками.

Сформулированы общие принципы интеллектуального управления компланарными потоками, разработаны модель и алгоритм автоматизации управления рисками при проведении логистических сделок. А также разработана модель прогнозирования спроса на логистические услуги.

**Пятая глава** посвящена разработке концептуальной архитектуры адаптивного сервиса, принципам самоадаптации компланарных потоков в зависимости от входных данных. Разработан общий принцип и алгоритмы работы информационного модуля адаптивности компланарных потоков. Проведен анализ проблем качества данных в компланарных потоках, от которых непосредственно зависит качество проектируемых логистических цепей. Дана оценка экономической эффективности логистических провайдеров, раскрыт принцип самоадаптации компланарных потоков, предложена модель автоматизации принятия управленческих решений на основе технологий искусственного интеллекта, произведена количественная и качественная оценка эффекта от автоматизации логистических процессов, доказана экономическая эффективность проекта внедрения информационной системы на основе искусственного интеллекта (нейронных сетей и нечётких алгоритмов)

**В заключении** изложены основные выводы, теоретические положения и практические рекомендации по итогам проведенного исследования.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

- анализом достаточно объёмной теоретической базой научных трудов отечественных и зарубежных учёных, которые занимались вопросами развития интегрированной логистики и проектирования цепей поставок, системного анализа и моделирования систем, повышения эффективности и виртуализации логистических процессов;

- методологической базой, которая была задействована при решении поставленных задач;

- использованием индуктивных и дедуктивных методов познания, синтеза и анализа знаний, фундаментальных методов логистики и управления цепями поставок, методов системного анализа и моделирования, экономико-математических методов, методов теории нечётких множеств и проектирования информационных систем;

- обоснованностью научных заключений, которые построены на информационной базе, включающей в себя результаты исследований, данные официальной статистики и аналитические материалы по теме исследования.

- апробацией и практическим использованием результатов исследования, что подтверждается справками о внедрении.

Практическая значимость достигнутых результатов диссертационного исследования определяется преимуществом созданной архитектуры адаптивного сервиса, которая заключается в повышении эффективности логистических процессов и оптимизации проектирования цепей поставок, а также применению предлагаемых методик для прогнозирования рисков и маршрутизации логистических потоков на основе технологий искусственного интеллекта с автоматическим ранжированием поставщиков и контрагентов.

Кроме того, доказана экономическая эффективность внедрения предложенной методики автоматизированного проектирования компланарных потоков в логистических информационных системах на примере ООО «ТРАСКО», позволяющая сэкономить рассматриваемой организации 13 681 600 руб. В качестве первого этапа автоматизации разработана нейронная сеть для обучения на имеющихся данных, которая используется для получения весовых коэффициентов в процессе ранжирования имеющихся вариантов.

Внедрение инноваций приводит к изменению концепции логистики. На основе интеллектуальных технологий происходит трансформирование

существующей интегрированной концепции до адаптивно-интегрированной, которая на основе SCM-цепей поставок будет объединять поставщика, клиента и потребителя адаптивными технологиями.

В данной работе непосредственно разработана концепция адаптивно-интегрированной логистики, раскрыты механизмы принятия решения на основе нейронных сетей, нечеткой композиции и лингвистической переменной. Можно с большой долей вероятности предположить, что данные технологии будут активно внедряться в экономические процессы и логистика должна обеспечить для них мощную поддержку.

## Список литературы

1. 7 профессий, которые будут роботизированы в ближайшем будущем [Электронный ресурс] // Popmech.ru. – URL: <https://www.popmech.ru/technologies/434622-7-professiy-kotorye-budut-robotizirovany-v-blizhayshe-budushchem/> (дата обращения: 22.01.2020).
2. 100 профессий будущего: [Электронный ресурс] // РБК Тренды. – URL: <https://www.rbc.ru/trends/education/5d6e48529a7947777002717b> (дата обращения: 22.01.2020).
3. 2021 Data Breach Investigations Report [Электронный ресурс] // Verizon Business. – URL: <https://www.verizon.com/business/resources/reports/dbir/> (accessed: 03.10.2021).
4. Авдеенко Т.В. Цифровизация экономики на основе совершенствования экспертных систем управления знаниями / Авдеенко Т.В., Алетдинова А.А. – 2017. – doi:10.18721/JE.10101.
5. Автономов, В.С. «Несвоевременные» мысли Йозефа Шумпетера. — В кн.: Шумпетер Й. Капитализм, социализм и демократия: пер. с англ. / Предисл. и общ. ред. В. С. Автономова. / В.С. Автономов. – Москва: Экономика, 1995.
6. АКИТ: российский eCommerce в первой половине 2020 года - E-pepper.ru | eCommerce хаб [Электронный ресурс] // e-pepper. – 2020. – URL: <https://e-pepper.ru/news/akit-rossiyskiy-ecommerce-v-pervoy-polovine-2020-goda.html> (дата обращения: 07.11.2020).
7. Алимусаев, Г.М. Развитие логистически-ориентированного производственного бизнеса [Электронный ресурс] / Г.М. Алимусаев, Н.Н. Семенов, А.С. Элларян // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2019. – № 3 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41194496> (дата обращения: 06.10.2021).
8. Альбеков, А.У. Посткризисное развитие мировой экономики: вектор и модель восстановительного роста [Текст] / А.У. Альбеков, С.Н. Резников. – 2011. – № Прошедший экономический кризис и тенденции

будущего развития: материалы 7-й Международной научно-практической конференции ассоциации экономических университетов Южной и Восточной Европы и региона Черного моря (ASECU).-Ростов-на-Дону – С. 194–200.

9. Альбеков, А.У. Логистика: Среднее профессиональное образование / А.У. Альбеков, Т.В. Пархоменко, Г.А. Лопаткин. – Москва: Издательский Центр РИОР: ИНФРА-М, 2016. – 403 с.

10. Альбуз, Д. Глобальные тренды развития логистики // Логистика и бизнес: проблемы организации и развития. / Д. Альбуз. – 2017. – С. 9–12.

11. Андреев, М.В. Управление сетевым взаимодействием в цепях поставок научно-производственных предприятий. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. / М.В. Андреев. – Самара, 2015.

12. Андрияшина, М.В. Эволюция Логистических Концепций Планирования / М.В. Андрияшина, Д.А. Прокопович // Актуальные Проблемы Авиации И Космонавтики. – 2012. – Т. 2 – № 8 – С. 239–240.

13. Аникин, Б.А. Логистика: учебник / Б.А. Аникин. – Москва: Инфра-М, 2005. – 368 с.

14. Антипина, П.В. Логистический сервис и его виды [Электронный ресурс] / П.В. Антипина // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2011. – № 3 (125) – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/logisticheskiy-servis-i-ego-vidy> (дата обращения: 20.01.2020).

15. Аслаханов, А.Р. Применение Методов Подкрепленного Обучения Для Повышения Эффективности Управления Запасами В Многоуровневых Системах [Электронный ресурс] / А.Р. Аслаханов, В.Д. Герами. – Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2020. – С. 52–62 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44029487> (дата обращения: 06.10.2021).

16. Афанасенко, И.Д. Цифровая модернизация глобальных систем поставок [Электронный ресурс] / И.Д. Афанасенко, В.В. Борисова // Проблемы Современной Экономики. – Научно-производственная компания

«РОСТ», 2018. – № 3 (67) – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36410050> (дата обращения: 16.11.2020).

17. Афанасенко, И.Д. Цифровая Логистика И Её Место В Полной Логистической Системе [Электронный ресурс] / И.Д. Афанасенко, В.В. Борисова. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2019. – С. 13–18 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37291805> (дата обращения: 16.11.2020).

18. Афанасенко, И.Д. Цифровая логистика [Электронный ресурс] / И.Д. Афанасенко, В.В. Борисова. – Питер. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38570106> (дата обращения: 16.11.2020).

19. Афоничкин, А.И. Оценка эффективности стратегий устойчивого развития интегрированных корпоративных систем [Электронный ресурс] / А.И. Афоничкин, Л.И. Журова // Вестник Самарского Муниципального Института Управления. – 2019. – № 3 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42266461> (дата обращения: 06.10.2021).

20. Афоничкина, Е.А. Модель Стратегии Развития Корпоративных Систем С Учетом Синергии [Электронный ресурс] / Е.А. Афоничкина, А.И. Афоничкин // Креативная Экономика И Социальные Инновации. – 2019. – Т. 9 – № 2 (27) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38176236> (дата обращения: 06.10.2021).

21. Бабенко, И.В. Интегрированное управление запасами в современной цифровой среде [Электронный ресурс] / И.В. Бабенко, Н.Г. Плетнева // Известия Юго-Западного Государственного Университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2020. – Т. 10 – № 4 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43930265> (дата обращения: 06.10.2021).

22. Бабенков, В.И. Задачи и направления совершенствования интегрированной системы материально-технического обеспечения с применением современных логистических концепций / В.И. Бабенков, А.В. Бабенков // Вооружение И Экономика. Региональная общественная

организация «Академия проблем военной экономики и финансов» (Москва)  
eISSN: 2071-0151. – 2014. – № 3 (28) – С. 75–80.

23. Багинова, В.В. Стратегия И Тактика Логистического Бизнеса [Электронный ресурс] / В.В. Багинова, Ю.М. Неруш, Л.С. Федоров. – Компания КноРус. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35291596> (дата обращения: 06.10.2021).

24. Бажина, Д.Б. Имитационное моделирование цепей поставок на основе системной динамики [Электронный ресурс] / Д.Б. Бажина, В.С. Лукинский, Н.Н. Николаевский // Логистика И Управление Цепями Поставок. – 2020. – № 1 (96) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42718408> (дата обращения: 06.10.2021).

25. Банникова, Е.А. Анализ инструментов бережливого производства, применяемых во внутрипроизводственной логистике [Электронный ресурс] / Е.А. Банникова, В.Д. Секерин. – 2019. – С. 227–234 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41381912> (дата обращения: 06.10.2021).

26. Бариленко, В.И. Развитие бизнес-анализа и роль подготовки бизнес-аналитиков в обеспечении цифровой трансформации российской экономики [Электронный ресурс] / В.И. Бариленко, Р.Р. Чугумбаев // Менеджмент И Бизнес-Администрирование. – 2018. – № 2 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35174343> (дата обращения: 06.10.2021).

27. Бариленко, В.И. Аналитическое обеспечение управления цифровыми возможностями бизнеса [Электронный ресурс] / В.И. Бариленко // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2020. – № 4 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44471590> (дата обращения: 06.10.2021).

28. Барыкин, С.Е. Логистический Подход К Методологии Формирования Нейронных Сетей [Электронный ресурс] / С.Е. Барыкин. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, 2018. – С. 56–59 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35616193> (дата обращения: 16.11.2020).

29. Барыкин, С.Е. Блокчейн-Технология В Логистике И Цепях Поставок [Электронный ресурс] / С.Е. Барыкин, Е.А. Коваленко, Е.В. Корчагина. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, 2020. – С. 45–49 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43126178> (дата обращения: 16.11.2020).

30. Бауэрсокс, Д.Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Д.Дж. Бауэрсокс, Д.Дж. Клосс. – 2-е-е изд. изд. – Москва: Олимп-Бизнес, 2017. – 635 с.

31. Бахусова, Е.В. Элементы теории нечётких множеств: учеб.- метод. пособие / Е.В. Бахусова. – Тольятти: Издательство ТГУ, 2013. – 116 с.

32. Без кабины и водителя [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3969201> (дата обращения: 14.09.2019).

33. Белозёров, В.Л. Актуализация Критериев Выбора Поставщиков Услуг Для Предприятий Железнодорожного Транспорта [Электронный ресурс] / В.Л. Белозёров, П.В. Куренков, А.В. Астафьев, О.А. Зюрина. – Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – С. 15–19 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45814190> (дата обращения: 06.10.2021).

34. Бершадский, А.М. Разработка метода самоадаптации прикладной программной системы на основе технологии машинного обучения [Электронный ресурс] / А.М. Бершадский, А.С. Бождай, Ю.И. Евсева, А.А. Гудков. – 2019. – Т. 7 – № 4(27) – С. 14–15 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42490747> (дата обращения: 10.04.2020).

35. Блеск и нищета информационных технологий. Почему ИТ не являются конкурентным преимуществом - Карр Николас [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.e-reading.club/book.php?book=25826> (дата обращения: 03.10.2018).

36. Бочарова, Ю.О. Развитие логистического сервиса как фактор повышения конкурентоспособности организации [Электронный ресурс] /



Ю.О. Бочарова // Социально-экономические явления и процессы. – 2013. – № 5 (051) – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-logisticheskogo-servisa-kak-faktor-povysheniya-konkurentosposobnosti-organizatsii> (дата обращения: 18.01.2019).

37. Бродецкий, Г.Л. Многокритериальная оптимизации транспортного обеспечения поставок: нежелательные феномены и подходы к их устранению [Электронный ресурс] / Г.Л. Бродецкий, Д.А. Гусев. – Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2020. – С. 14–20 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42853594> (дата обращения: 06.10.2021).

38. Бродецкий, Г.Л. Возможности метода последовательных уступок при выборе решения по многим критериям [Электронный ресурс] / Г.Л. Бродецкий, Д.А. Гусев, О.А. Мазунина, А.В. Фель // Логистика И Управление Цепями Поставок. – 2017. – № 3 (80) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29778261> (дата обращения: 06.10.2021).

39. Бродецкий, Г.Л. Распределение товаров в складской сети: оптимальные решения по многим критериям [Электронный ресурс] / Г.Л. Бродецкий, В.В. Дыбская, Д.А. Гусев, Е.С. Кулешова // Логистика И Управление Цепями Поставок. – 2017. – № 1 (78) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29770045> (дата обращения: 06.10.2021).

40. Бродецкий, Г.Л. Специальные аспекты проблемы оптимизации выбора контрагента по многим критериям для горизонтальной кооперации [Электронный ресурс] / Г.Л. Бродецкий, В.Д. Герами, Д.А. Гусев // Финансовая Жизнь. – 2021. – № 2 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46191862> (дата обращения: 06.10.2021).

41. Брынцев, А.Н. Понятие логистического поля [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2010. – № 3 – С. 106–108 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15220876> (дата обращения: 08.08.2019).

42. Брынцев, А.Н. Особенности фрагментации и барьеров логистики в условиях СЭЗ [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев, А.В. Синько //

Российское Предпринимательство. – 2012. – № 7 (105) – С. 64–69 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17664212> (дата обращения: 20.01.2020).

43. Брынцев, А.Н. Логистика: адаптивные информационные потоки: монография. / А.Н. Брынцев, С.И. Никишов. – Издательство: ОАО «ИТКОР», 2016. – 142 с.

44. Брынцев, А.Н. Инвестиции и конкурентоспособность через призму создания новых экономических союзов [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев. – Академия менеджмента и бизнес-администрирования, 2017. – С. 13–18 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29149693> (дата обращения: 20.01.2020).

45. Брынцев, А.Н. Минимизация рисков в условиях цифровой экономики [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев, М.В. Перекрестов // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2017. – № 1 – С. 6 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29287959> (дата обращения: 20.01.2020).

46. Брынцев, А.Н. Риски логистических провайдеров в цифровой экономике [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2017. – № 2 – С. 16–19 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29676878> (дата обращения: 20.01.2020).

48. Брынцев, А.Н. Развитие логистических провайдеров в эпоху цифровой экономики [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев, Д.Т. Новиков, С.И. Никишов // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2018. – № 3 – С. 6–11 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36290292> (дата обращения: 19.01.2020).

50. Брынцев, А.Н. Особенности развития логистики в условиях цифровой экономики [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев, Т.А. Козенкова, Н.А. Адамов // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – Институт исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка, 2018. – № 4 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37027222> (дата обращения: 26.08.2020).

51. Брынцев, А.Н. Точка сингулярности в логистике [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – Институт исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка, 2018. – № 1 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32844857> (дата обращения: 08.11.2020).

52. Брынцев, А.Н. Инвестиции И Логистическая Инфраструктура В Современных Условиях [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев. – Академия менеджмента и бизнес-администрирования, 2018. – С. 18–22 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34852526> (дата обращения: 08.11.2020).

54. Брынцев, А.Н. Тенденции роста сферы услуг в условиях цифровой экономики [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2019. – № 1 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38590429> (дата обращения: 25.01.2021).

55. Брынцев, А.Н. Трансформация логистики в эпоху цифры [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев, Д.Т. Новиков, Т.Д. Крылова // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2019. – № 2 – С. 4–8 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=40081783> (дата обращения: 20.01.2020).

56. Брынцев, А.Н. Цифровизация Сферы Услуг В России [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев. – Академия менеджмента и бизнес-администрирования, 2019. – С. 39–43 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38516533> (дата обращения: 08.11.2020).

57. Брынцев, А.Н. Индикаторы грузоперевозок и экономическая безопасность [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – Институт исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка, 2020. – № 1 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42762743> (дата обращения: 08.11.2020).

58. Брынцев, А.Н. Фрагментация и барьеры в логистике [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев. – Ин-т исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19957432> (дата обращения: 08.11.2020).

59. Брынцев, А.Н. Логистика внешнеэкономической деятельности [Электронный ресурс] / А.Н. Брынцев, А.В. Синько. – Издательский дом «Экономическая газета». – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21134175> (дата обращения: 08.11.2020).

60. Бубнова, Г.В. Цифровая логистика - инновационный механизм развития и эффективного функционирования транспортно-логистических систем и комплексов [Электронный ресурс] / Г.В. Бубнова, Б.А. Лёвин // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5 – № 3 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-logistika-innovatsionnyu-mehanizm-razvitiya-i-effektivnogo-funktsionirovaniya-transportno-logisticheskikh-sistem-i> (дата обращения: 19.05.2019).

61. Бунова, Е.В. Оценка эффективности внедрения информационных систем [Электронный ресурс] / Е.В. Бунова, О.С. Буслаева // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2012. – № 1 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-vnedreniya-informatsionnyh-sistem> (дата обращения: 20.08.2019).

62. Бурлаков, В.В. Управление Проектными Рисками [Электронный ресурс] / В.В. Бурлаков, В.Д. Секерин, В.И. Ксенофонтов. – ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ- филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2021. – С. 63–69 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46220475> (дата обращения: 06.10.2021).

63. Бухарбаева, Л.Я. Прогнозирование спроса и управление цепью поставок в логистической среде товарно-производственных комплексов [Электронный ресурс] / Л.Я. Бухарбаева, Д.В. Филиппов, Д.П. Брусилковский // Вестник Челябинского государственного университета. – 2009. – № 3 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-sprosa-i-upravlenie-tsepyu-postavok-v-logisticheskoy-srede-tovarno-proizvodstvennyh-kompleksov> (дата обращения: 11.08.2019).

64. В 2019 году темпы роста рынка транспортно-логистических услуг снизятся до 3,3% при высоком риске вхождения в рецессию - Исследовательское агентство M.A.Research [Электронный ресурс]. – URL: <https://ma-research.ru/novosti-issledovanij/item/207-v-2019-godu-tempy-rosta-rynka-transportno-logisticheskikh-uslug-snizyatsya-do-3-3-pri-vysokom-riske-vkhozhdeniya-v-retsessiyu.html> (дата обращения: 19.05.2019).

65. В Италии на надгробия нанесут QR-код для просмотра странички покойника [Электронный ресурс] // Российская газета. – URL: <https://rg.ru/2014/06/19/kod.html> (дата обращения: 12.10.2018).

66. В России в разы выросло число заказов у курьерских служб [Электронный ресурс] // РИА Новости. – 20200519T0310. – URL: <https://ria.ru/20200519/1571648316.html> (дата обращения: 30.09.2021).

67. Ведомости Операторы связи готовятся к 5G [Электронный ресурс] / Ведомости. – 2017. – URL: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2017/10/31/739915-operatori-gotovyatsya-5g> (дата обращения: 08.01.2019).

68. Виды логистики. 5 уровней логистического сервиса [Электронный ресурс]. – URL: <https://cargolink.ru/ls/blog/2344.html> (дата обращения: 27.01.2020).

69. Виртуальная логистика — Википедия [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальная\\_логистика](https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальная_логистика) (дата обращения: 25.06.2019).

70. Восколович, Н.А. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы / Н.А. Восколович, Т.Ю. Василькевич // Государственное управление. Электронный вестник. Серия: Стратегии цифровой экономики. – № 68 – С. 410–425.

71. Выборочное федеральное статистическое наблюдение по вопросам использования населением информационных технологий и информационно-телекоммуникационных сетей [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – 2018. – URL:

[http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/business/it/fed\\_nabl-croc/index.html](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/it/fed_nabl-croc/index.html) (дата обращения: 03.10.2018).

72. Гаврилов, Л.П. Инновационные технологии в коммерции и бизнесе : учебник для бакалавров / Л.П. Гаврилов. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 372 с.

73. Гайдук, В.И. Инструменты управления развитием предприятий в условиях цифровой экономики [Электронный ресурс] / В.И. Гайдук, В.Д. Секерин, А.Е. Горохова. – Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41863708> (дата обращения: 06.10.2021).

74. Гарнов, А.П. Инструментарий логистики / А.П. Гарнов, Н.С. Киреева. – Москва: Креативная экономика, 2009. – 310 с.

75. Гарнов, А.П. Роль инноваций в экономическом развитии России. Монография. / А.П. Гарнов. – Москва: РУСАЙНС, 2018. – 112 с.

76. Г.В., Бубнова, Б.А., Лёвин. Цифровая логистика - инновационный механизм развития и эффективного функционирования транспортно-логистических систем и комплексов [Электронный ресурс] / Г.В. Бубнова, Б.А. Лёвин. // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5 – № 3 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-logistika-innovatsionnyu-mehanizm-razvitiya-i-effektivnogo-funktsionirovaniya-transportno-logisticheskikh-sistem-i> (дата обращения: 25.06.2019).

77. Гвилия, Н.А. Управление интегрированными межкорпоративными логистическими системами в условиях цифровой экономики [Электронный ресурс] / Н.А. Гвилия, А.В. Парфёнов, Т.Г. Шульженко // Управленец. – Уральский государственный экономический университет, 2019. – Т. 10 – № 1 – doi:10.29141/2218-5003-2019-10-1-4.

78. Герами, В.Д. Управление Транспортными Системами. Транспортное Обеспечение Логистики [Электронный ресурс] / В.Д. Герами, А.В. Колик. – Общество с ограниченной ответственностью «Издательство

ЮРАЙТ». – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37487030> (дата обращения: 06.10.2021).

79. Гиза, Ф. Интеграция подсистемы управления цепочками поставок в инновационную деятельность высокотехнологичных предприятий [Электронный ресурс] / Ф. Гиза, А.А. Зайцев // Вопросы инновационной экономики. – 2015. – № 3 – doi:10.18334/inec.5.3.587.

80. Главные тренды в логистике 2020-2021 год [Электронный ресурс] // Movizor. – URL: <https://movizor.ru/> (дата обращения: 06.11.2020).

81. Гнеденко, Б.В. Введение в теорию массового обслуживания. / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. – Москва: ЛКИ, 2011.

82. Гончаренко, С.С. Транспортная логистика в обеспечении экономической безопасности России и Монголии [Электронный ресурс] / С.С. Гончаренко, Т.А. Прокофьева // В Центре Экономики. – 2020. – № 4 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44744148> (дата обращения: 06.10.2021).

83. Городникова, Н.В. Индикаторы инновационной деятельности: 2018: статистический сборник / Н.В. Городникова, Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский. – Москва: Нац. исслед. ун-т И60 «Высшая школа экономики». НИУ ВШЭ, 2018. – 344 с.

84. Горохова, А.Е. Риски Цифровой Трансформации Экономики [Электронный ресурс] / А.Е. Горохова, В.Д. Секерин. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 321–325 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45790861> (дата обращения: 06.10.2021).

85. ГОСТ Р 56214-2014/ISO/TS 8000-1:2011 Качество данных. Часть 1. Обзор, ГОСТ Р от 11 ноября 2014 года №56214-2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114769> (дата обращения: 25.04.2020).

86. ГОСТ Р ИСО 8000-2-2014 Качество данных. Часть 2. Словарь, ГОСТ Р от 11 ноября 2014 года №ИСО 8000-2-2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114774> (дата обращения: 26.04.2020).

87. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 ISO/IEC 15288:2008.

88. Грейз, Г.М. Анализ концепций взаимодействия основных логистических потоков / Г.М. Грейз, Ю.Г. Кузменко, И.В. Хатеев // Российское Предпринимательство. – 2013. – № 5 (227) – С. 26–32.

89. Григорьев, М.Н. Логистика: учебник для бакалавров / М.Н. Григорьев, С.А. Уваров. – 4-е-е изд., испр. и доп. изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2017. – 836 с.

90. Для продвинутых мертвецов сделали цифровые надгробия // НТВ.Ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ntv.ru/novosti/346720/> (дата обращения: 12.10.2018).

91. Дмитриев, А.В. Развитие Цифровых Информационных Систем И Технологий В Транспортной Логистике / А.В. Дмитриев. – 2018. – С. 59–66.

92. Дмитриев, А.В. Развитие Мультимодальных Транспортно-Логистических Систем [Электронный ресурс] / А.В. Дмитриев, В.А. Нос. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 48–53 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45846332> (дата обращения: 06.10.2021).

93. Добронравин, Е.Р. Окружение фирмы как объект оптимизации. Моделирование условий функционирования материального потока логистической системы [Электронный ресурс] / Е.Р. Добронравин // Российское предпринимательство. – 2011. – № 10 – URL: <http://bgscience.ru/lib/6512/> (дата обращения: 12.07.2017).

94. Долгополова, А.Ф. Применение марковских процессов при решении социально-экономических задач [Электронный ресурс] / А.Ф. Долгополова, О.В. Морозова. – 2009. – № 1 – URL: [http://www.e-rej.ru/Articles/2009/Dolgopolova\\_Morozova.pdf](http://www.e-rej.ru/Articles/2009/Dolgopolova_Morozova.pdf) (дата обращения: 02.03.2020).

95. Домина, Е. Роботизация складов — далекое будущее или объективная реальность? [Электронный ресурс] / Е. Домина // Известия. – 2017. – URL: <https://iz.ru/686120/elena-domina/robotizatciia-skladov-dalekoe-budushchee-ili-obektivnaia-realnost> (дата обращения: 25.01.2020).



96. Дрожжин, А.И. Логистика [Текст]: учеб. курс (учебно-методический комплекс) / А.И. Дрожжин. – Москва: Маркетинг, 2008. – 256 с.

97. Дроздова, Н.В. Экономико-математическое моделирование: учеб. пособие. / Н.В. Дроздова, И.Г. Переломова. – Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 246 с.

98. Друкер, П.Ф. Задачи менеджмента в XXI веке. Пер. с англ. / П.Ф. Друкер. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 272 с.

99. Дудин, М.Н. Развитие информационно-коммуникационных и интернет-технологий на аграрном рынке / Topical issues of development of information, communication and Internet technologies in the agricultural market / М.Н. Дудин, Н.В. Лясников, И.С. Сануду // АПК: Экономика, управление. – 2017. – № №10 – С. 34–44.

100. Дудин, М.Н. Влияние энергетических войн и геополитики на валютные курсы и цену нефти: эпоха пандемии COVID-19 [Электронный ресурс] / М.Н. Дудин, Н.В. Лясников, А.Н. Брынцев // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – Институт исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка, 2020. – № 2 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43088567> (дата обращения: 08.11.2020).

101. Дунаев, О.Н. Транслогистическая платформа: развитие логистических информационных платформ [Электронный ресурс] / О.Н. Дунаев, Т.В. Кулакова // Транспорт Российской Федерации. – 2016. – № 1 (62) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26010227> (дата обращения: 06.10.2021).

102. Дунаев, О.Н. Транспортно-логистическая платформа для мультимодальных пассажирских перевозок [Электронный ресурс] / О.Н. Дунаев, А.В. Гуц // Мир Транспорта. – 2019. – Т. 17 – № 2 (81) – doi:10.30932/1992-3252-2019-17-2-92-102.

103. Дунаев, О.Н. Мобильность в организации мультимодальных пассажирских перевозок [Электронный ресурс] / О.Н. Дунаев, А.В. Гуц //

Транспорт Российской Федерации. – 2021. – № 1-2 (92-93) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46108213> (дата обращения: 06.10.2021).

104. Дыбская, В.В. Формирование системы логистического сервиса и управление качеством сервиса в сети распределения [Электронный ресурс] / В.В. Дыбская, А.В. Иванова. – 2012. – Т. 4 – № 51 – URL: <http://www.lscm.ru/index.php/ru/avtoram/item/1109> (дата обращения: 23.01.2020).

105. Дыбская, В.В. Цифровая трансформация цепей поставок предприятий сетевой розницы [Электронный ресурс] / В.В. Дыбская, И.В. Сергеев, В.И. Сергеев // Логистика И Управление Цепями Поставок. – 2019. – № 4 (93) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41582808> (дата обращения: 06.10.2021).

106. Дыбская, В.В. Использование цифровых двойников при мониторинге цепей поставок товаров FMCG [Электронный ресурс] / В.В. Дыбская, В.И. Сергеев // Логистика И Управление Цепями Поставок. – 2020. – № 3 (98) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43103655> (дата обращения: 06.10.2021).

107. Дыбская, В.В. Цифровая трансформация цепей поставок сетевых ритейлеров [Электронный ресурс] / В.В. Дыбская, В.И. Сергеев. – Российский университет транспорта, 2020. – С. 86–92 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44020378> (дата обращения: 06.10.2021).

108. Дыбская, В.В. Мировые Тренды Управления Цепями Поставок В Направлении Цифровизации [Электронный ресурс] / В.В. Дыбская, В.И. Сергеев, И.В. Сергеев. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. – С. 17–25 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44350225> (дата обращения: 06.10.2021).

109. Дыбская, В.В. Применение Цифровой Технологии Control Tower В Управлении Цепями Поставок [Электронный ресурс] / В.В. Дыбская, В.И. Сергеев, И.В. Сергеев. – Ростовский государственный экономический

университет «РИНХ», 2020. – С. 53–58 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44250028> (дата обращения: 06.10.2021).

110. Еврокомиссия предупреждает возникновение “угрозы “Скайнета” - ВОЙНА и МИР [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.warandpeace.ru/ru/news/view/146796/> (дата обращения: 03.10.2021).

111. Егорова, Г.В. Тенденции Развития Логистических Концепций Информационного Обеспечения Управления / Г.В. Егорова, О.Ю. Федосеева // Материалы XIII Международной научно-практической конференции: в 5 томах. Ответственный редактор Федосеева О.Ю. 2016. Серия: актуальные проблемы информатизации науки и производства. – 2016. – С. 65–71.

112. Еремина, Е.А. Информационная система выбора поставщика на основе метода нечеткого логического вывода - Современные проблемы науки и образования (научный журнал) [Электронный ресурс] / Е.А. Еремина, Д.Н. Ведерников. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9317> (дата обращения: 20.09.2018).

113. Ермакова, П.А. Объектное моделирование и проектирование новой когнитивной формы виртуальных логистических провайдеров [Электронный ресурс] / П.А. Ермакова. – 2015. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3577> (дата обращения: 15.09.2019).

114. Ермакова, П.А. Виртуальные логистические провайдеры в системе классификации логистических операторов [Электронный ресурс] / П.А. Ермакова. – 2016. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3948> (дата обращения: 15.09.2019).

115. Есть ли выгода от «облаков»? Считаем ROI | Контент-платформа Pandia.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://pandia.ru/text/78/265/86270.php> (дата обращения: 20.01.2020).

116. Жунусов, А.О. Драйверы развития инфраструктуры: цифровая повестка. // Инновации транспорта. Научно-технический журнал. / А.О. Жунусов. – 2018. – № 1 – С. 4–7.

117. За первое полугодие 2019 года россияне приобрели онлайн более 2 млн смартфонов на 42 млрд рублей. [Электронный ресурс] // TAdviser.ru. – URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Смартфоны\\_\(рынок\\_России\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Смартфоны_(рынок_России)) (дата обращения: 23.07.2019).

118. Завадская, К.А. Модель развития деятельности логистических компаний России в сфере логистического провайдинга [Электронный ресурс] / К.А. Завадская // Проблемы современной науки и образования. – 2017. – № 18 (100) – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-razvitiya-deyatelnosti-logisticheskikh-kompaniy-rossii-v-sfere-logisticheskogo-provaydinga> (дата обращения: 23.07.2019).

119. Заде, Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // под ред. И.Ф.Шахнова с предисловием Г.С.Поспелова / Л. Заде. – Москва: Мир, 1976. – 172–215 с.

120. Зайцев, А.А. Роль управления цепочками поставок в развитии современного бизнеса [Электронный ресурс] / А.А. Зайцев, Ф. Гиза // Российское предпринимательство. – 2014. – № 8 – URL: <http://bgscience.ru/lib/8386/> (дата обращения: 12.07.2017).

121. Зайцев, Е.Н. Комплексная безопасность транспортно-логистической системы смешанных перевозок [Электронный ресурс] / Е.Н. Зайцев, Е.В. Конинова, И.А. Тецлав, И.Г. Шайдуров // Бюллетень результатов научных исследований. – 2017. – № 4 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-bezopasnost-transportno-logisticheskoy-sistemy-smeshannyh-perevozk> (дата обращения: 03.04.2019).

122. Занин, Д.Е. Информационно-поисковая система с ранжированием на основе нейронных сетей с бинарной функцией выхода : автореферат дис. кандидата технических наук : 05.13.01 [Электронный ресурс] / Д.Е. Занин. –

Краснодар, 2009. – 155 с. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003482248> (дата обращения: 28.11.2019).

123. Заруднев, Д.И. 5PL-провайдеры: миф или реальность? / Д.И. Заруднев. – 2016. – С. 70–72.

124. Захаров, А. Президент компании SuperJob выступил по теме «Цифровая безработица»! - YouTube [Электронный ресурс] / А. Захаров. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=GbZ6viPpQs8&feature=youtu.be> (дата обращения: 22.01.2020).

125. Здесь нет людей: первый полностью роботизированный склад [Электронный ресурс] // Popmech.ru. – URL: <https://www.popmech.ru/technologies/news-447742-zdes-net-lyudey-pervyy-polnostyu-robotizirovannyy-sklad/> (дата обращения: 25.01.2020).

126. Зубаков, Г.В. Инновационные аспекты логистики внешнеэкономической деятельности. Идеология построения единой информационной среды [Электронный ресурс] / Г.В. Зубаков // Транспортное дело России. – 2010. – № 1 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-aspekty-logistiki-vneshneekonomicheskoy-deyatelnosti-ideologiya-postroeniya-edinoy-informatsionnoy-sredy> (дата обращения: 23.07.2019).

127. Зубаков, Г.В. Цифровая Платформа Транспортного Комплекса Российской Федерации. Некоторые Аспекты Реализации [Электронный ресурс] / Г.В. Зубаков, О.Д. Проценко, И.О. Проценко. – Ростовский государственный экономический университет «РИНХ», 2018. – С. 67–76 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44132003> (дата обращения: 06.10.2021).

128. Зубаков, Г.В. От управления цепями поставок к управлению на основе технологии блокчейн [Электронный ресурс] / Г.В. Зубаков, О.Д. Проценко, И.О. Проценко // Экономика И Управление. – 2019. – № 11 (169) – doi:10.35854/1998-1627-2019-11-59-63.

129. Зубаков, Г.В. Цифровая платформа транспортного комплекса Российской Федерации. Некоторые аспекты реализации [Электронный

ресурс] / Г.В. Зубаков, О.Д. Проценко // Креативная Экономика. – 2019. – Т. 13 – № 3 – doi:10.18334/ce.13.3.40461.

130. Иващенко, А.В. Модель посреднического оператора BPL. / А.В. Иващенко, М.В. Андреев, А.Р. Диязитдинова. – 2015. – Т. 17 – № 2(5) – С. 998–1003.

131. ИКТ-2018 [Электронный ресурс] – URL: [https://gks.ru/free\\_doc/new\\_site/business/it/fed\\_nabl-croc/index.html](https://gks.ru/free_doc/new_site/business/it/fed_nabl-croc/index.html) (дата обращения: 05.01.2020).

132. Ильин, И.В. Обзор подходов к определению и решению проблемы взаимодействия маркетинга и логистики торгового предприятия [Электронный ресурс] / И.В. Ильин, Д.С. Рыбаков // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2015. – № 6 (233) – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-podhodov-k-opredeleniyu-i-resheniyu-problemy-vzaimodeystviya-marketinga-i-logistiki-torgovogo-predpriyatiya> (дата обращения: 30.12.2019).

133. Интернет-торговля в России 2018 | Data Insight [Электронный ресурс] – URL: [http://datainsight.ru/ecommerce\\_2018](http://datainsight.ru/ecommerce_2018) (дата обращения: 08.01.2020).

134. Интернет-торговля в России 2019 | Data Insight [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.datainsight.ru/ecommerce\\_2019](http://www.datainsight.ru/ecommerce_2019) (дата обращения: 08.01.2020).

135. Инфраструктура как сервис и облачные технологии [Электронный ресурс] // Издательство “Открытые системы”. – URL: <https://www.osp.ru/os/2015/02/13046279/> (accessed: 03.10.2021).

136. Искусственный интеллект (рынок России) [Электронный ресурс] // TAdviser.ru. – 2018. – URL: [http://www.tadviser.ru/Статья:Искусственный\\_интеллект\\_\(рынок\\_России\)](http://www.tadviser.ru/Статья:Искусственный_интеллект_(рынок_России)) (дата обращения: 03.10.2018).

137. Исследование по киберрискам [Электронный ресурс] – URL: [https://mainsgroup.ru/post\\_cyber risks](https://mainsgroup.ru/post_cyber risks) (дата обращения: 03.10.2021).

138. ИТ-аутсорсинг [Электронный ресурс] // TAdviser.ru. – URL: <http://www.tadviser.ru/ИТ-аутсорсинг> (дата обращения: 03.10.2018).

139. Как коронавирус повлияет на рынок повседневных товаров? [Электронный ресурс] – URL: <https://www.retail.ru/articles/nielsen-kak-covid-19-izmenit-rynok-fmcg/> (дата обращения: 06.11.2020).

140. Как системы компьютерного зрения меняют логистику и медицину. [Электронный ресурс] // TAdviser.ru. – URL: [http://zdrav.expert/index.php/\\_Статья:Как\\_системы\\_компьютерного\\_зрения\\_меняют\\_логистику\\_и\\_медицину](http://zdrav.expert/index.php/_Статья:Как_системы_компьютерного_зрения_меняют_логистику_и_медицину) (дата обращения: 03.10.2021).

141. Как «хотелки» покупателей приводят к цифровой трансформации логистических цепей, и что поможет их выполнить - NewRetail [Электронный ресурс] – URL: [https://new-retail.ru/business/kak\\_khotelki\\_pokupateley\\_privodyat\\_k\\_tsifrovoy\\_transformatsii\\_logisticheskikh\\_tsepey\\_i\\_chno\\_pomozhet/](https://new-retail.ru/business/kak_khotelki_pokupateley_privodyat_k_tsifrovoy_transformatsii_logisticheskikh_tsepey_i_chno_pomozhet/) (дата обращения: 16.05.2019).

142. Калашников, С.А. Логистический подход к качеству реализации транспортных услуг [Электронный ресурс] / С.А. Калашников, О.В. Юдакова, А.Р. Рахматуллина, А.Н. Сивакс, А.А. Пермякова // Экономические Науки. – 2018. – № 164 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35682418> (дата обращения: 06.10.2021).

143. Калашников, С.А. Логистический Подход В Деятельности Фирмы И Качество Жизни Населения [Электронный ресурс] / С.А. Калашников, Н.А. Коньчева. – ООО «Издательство Ипполитова», 2019. – С. 64–66 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41597347> (дата обращения: 06.10.2021).

144. Калашников, С.А. Инновационные Технологии В Логистической Системе [Электронный ресурс] / С.А. Калашников, В.А. Авдеева. – Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2019. – С. 56–60 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41199141> (дата обращения: 06.10.2021).

145. Калашников, С.А. Логистический резерв - система «отслеживания» действий [Электронный ресурс] / С.А. Калашников, В.А. Авдеева // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2020. – № 2 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43088558> (дата обращения: 06.10.2021).

146. Калитко, С.А. Управление рисками [Электронный ресурс] / С.А. Калитко, В.Д. Секерин, А.Е. Горохова. – Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39250393> (дата обращения: 06.10.2021).

147. Канбан и «точно вовремя» на Toyota. Менеджмент начинается на рабочем месте: Модели менеджмента ведущих корпораций. – Альпина Паблишер, 2014. – 224 с.

148. Карпова, Н.П. Логистические инновации: сущность, виды и способы финансирования [Электронный ресурс] / Н.П. Карпова, Т.Е. Евтодиева // Экономика, Предпринимательство И Право. – 2020. – Т. 10 – № 7 – doi:10.18334/erpp.10.7.110547.

149. Карпова, Н.П. Программные Продукты Управления Логистическими Процессами [Электронный ресурс] / Н.П. Карпова, Н.Р. Сиразетдинова. – Самарский государственный экономический университет, 2020. – С. 195–198 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43798053> (дата обращения: 06.10.2021).

150. Карпова, Н.П. Управление информацией и коммуникациями логистического проекта [Электронный ресурс] / Н.П. Карпова, Е.Н. Краснова // Наука XXI Века: Актуальные Направления Развития. – 2020. – № 1–1 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43458440> (дата обращения: 06.10.2021).

151. Карр, Н. Блеск и нищета информационных технологий: Почему ИТ не являются конкурентным преимуществом. [Электронный ресурс] / Н. Карр. – Москва: Секрет фирмы, 2005. – 176 с. – URL: <https://www.labirint.ru/books/79328/> (дата обращения: 03.10.2018).



152. Катасёва, Д.В. Нейронечеткая модель анализа и прогнозирования временных рядов [Электронный ресурс] / Д.В. Катасёва, А.С. Катасёв, А.П. Кирпичников, Б.Э. Абянов // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т. 19 – № 13 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyronechetkaya-model-analiza-i-prognozirovaniya-vremennyh-ryadov> (дата обращения: 11.08.2019).

153. Каточков, В.М. Трансформация Логистики В Транспортно-Логистических Системах В Эпоху Цифрового Общества [Электронный ресурс] / В.М. Каточков, Г.В. Савин, В.В. Гришина // Цитисэ. – 2020. – № 4 (26) – doi:10.15350/2409-7616.2020.4.41.

154. Каукин, А.С. Моделирование пространственного распределения российских внешнеторговых потоков с учетом реальных издержек транспортировки [Электронный ресурс] / А.С. Каукин, П.Н. Павлов, Е.В. Филичева // Российское предпринимательство. – 2015. – № 23 – doi:10.18334/rp.16.23.2158.

155. Качество данных | Публикации | Пресс-центр | Intersoft Lab [Электронный ресурс] – URL: <https://iso.ru/ru/press-center/publications/02702-Upravlenie-dannymi-kak-aktivom-predpriyatiya-kachestvo-dannyh-i-.phtml> (дата обращения: 25.04.2020).

156. Киреева, В. Логистические тренды 2020-2021 года: жизнь во время и после пандемии статьи, логистика [Электронный ресурс] / В. Киреева, О. Пирогова, Е. Мясникова // Интернет портал по логистике Лобанов-логист. – URL: <https://www.lobanov-logist.ru/library/352/64187/> (дата обращения: 06.11.2020).

157. Клочков, Ю.П. Технологии управления материальными и информационными потоками в бережливом производстве [Электронный ресурс] / Ю.П. Клочков // Теория и практика общественного развития. – 2012. – № 10 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-upravleniya-materialnymi-i-informatsionnymi-potokami-v-berezhlivom-proizvodstve> (дата обращения: 23.07.2019).

158. Комаров, В.М. Основные положения теории инноваций / В.М. Комаров. – Москва: РАНХиГС: Издательский дом «Дело», 2012. – 190 с.

159. Коновалова, М.В. Информационный поток в виртуальном медиапространстве [Электронный ресурс] / М.В. Коновалова // Знак: проблемное поле медиаобразования. – Россия, Челябинск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет», 2013. – № 1 (11) – С. 89–91 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnyu-potok-v-virtualnom-mediaprostranstve> (дата обращения: 19.09.2021).

160. Коновалова, А.Ю. Формирование Стратегии Повышения Конкурентоспособности Организации [Электронный ресурс] / А.Ю. Коновалова, Я.А. Сотникова. – Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 61–65 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24703751> (дата обращения: 06.10.2021).

161. Коновалова, А.Ю. Разработка алгоритма оценки качества логистических услуг на автопредприятии [Электронный ресурс] / А.Ю. Коновалова, Я.Н. Пырко // Экономика И Предпринимательство. – 2020. – № 6 (119) – doi:10.34925/EIP.2020.119.6.180.

162. Коновалова, А.Ю. Анализ практик управления качеством логистических услуг в России и за рубежом [Электронный ресурс] / А.Ю. Коновалова, Я.Н. Пырко. – Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 69–73 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42869815> (дата обращения: 06.10.2021).

163. Коновалова, А.Ю. Антикризисная логистика для клининговых компаний в условиях пандемии [Электронный ресурс] / А.Ю. Коновалова, В.Н. Арбузова. – Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 60–63 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45716263> (дата обращения: 06.10.2021).

164. Кононова, О.В. Исследование Современных Логистических Концепций Как Инструмента Повышения Конкурентоспособности Предприятия / О.В. Кононова. – 2018. – С. 80–82.

165. Концептуальные проблемы теории и методологии логистики [Электронный ресурс] / В.В. Щербаков, Т.Г. Шульженко, О.Д. Коль, С.Ю. Шевченко. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45726890> (дата обращения: 06.10.2021).

166. Конышева, Л.К. Основы теории нечётких множеств: Учебное пособие / Л.К. Конышева, Д.М. Назаров. – СПб.: Питер, 2011. – 192 с.

167. Конюхов, А.Н. Основы теории нечетких множеств. Часть 1: учебн. пособие / А.Н. Конюхов, А.Б. Дюбуа, А.С. Сафошкин. – Рязань: Рязанский гос. радиотехн. ун-т., 2017. – 88 с.

168. Кремер, Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика.: Золотой фонд российских учебников / Н.Ш. Кремер. – 3 перераб. и доп. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 551 с.

169. Кривоножкина, Н.В. Инновации В Логистике [Электронный ресурс] / Н.В. Кривоножкина, К.С. Назаренко, Н.П. Карпова // Молодежный Научный Форум: Технические И Математические Науки. – 2016. – № 5 (34) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26104917> (дата обращения: 06.10.2021).

170. Кривошеев, А.Ю. Стратегические Направления Развития Транспортно-Логистического Комплекса [Электронный ресурс] / А.Ю. Кривошеев, В.А. Нос. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2019. – С. 15–19 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43983434> (дата обращения: 06.10.2021).

171. Критические факторы успеха | SCORECARD.RU [Электронный ресурс] – URL: <http://www.scorecard.mag-records.ru/lib/showrazdel/296> (дата обращения: 03.10.2021).

172. Круглый стол «Евразийские цифровые инициативы и проекты» в рамках Евразийского цифрового форума на ИКТ-форуме ТИБО 2018

[Электронный ресурс] – URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/workgroup/Pages/tibo.aspx> (дата обращения: 14.01.2020).

173. Кто останется без работы после автоматизации ряда профессий [Электронный ресурс] // Рамблер/новости. – URL: <https://news.rambler.ru/other/38391105-kto-ostanetsya-bez-raboty-posle-avtomatizatsii-ryada-professiy/> (дата обращения: 22.01.2020).

174. Кудина, А.В. Аутсорсинг В Логистике [Электронный ресурс] / А.В. Кудина, Е.П. Лахтина, Г.В. Савин. – Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2021. – С. 366–368 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46254409> (дата обращения: 06.10.2021).

175. Куприяновский, В.П. Интеллектуальная мобильность в цифровой экономике [Электронный ресурс] / В.П. Куприяновский, О.Н. Дунаев, Н.О. Федорова, Д.Е. Намиот, Ю.В. Куприяновская // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5 – № 2 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28314925> (дата обращения: 06.10.2021).

176. Куренков, П.В. Моделирование Топологии Взаимодействия Субъектов Транспортного Рынка Посредством Поточков Различных Типов [Электронный ресурс] / П.В. Куренков // Социально-Экономический И Гуманитарный Журнал Красноярского Гау. – 2020. – № 2 (16) – doi:10.36718/2500-1825-2020-2-79-92.

177. Лаптева, У.В. Приложения Интернета Вещей И Больших Данных В Логистике / У.В. Лаптева // Логистические Системы В Глобальной Экономике. – 2017. – № 7 – С. 513–517.

178. ЛеБланк, Р. The Use of Robotics in Logistics | Reusable Packaging News [Электронный ресурс] / Р. ЛеБланк. – URL: <https://packagingrevolution.net/the-use-of-robotics-in-logistics/> (дата обращения: 25.01.2020).

179. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MathLab и FuzzyTech. / А.В. Леоненков. – Ст-Петербург: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

180. Лещёв, С.В. Совершенствование учета и оценки логистических и транспортных издержек оргструктуры среднего предпринимательства [Электронный ресурс] / С.В. Лещёв, В.И. Моргунов. – 2017. – С. 62–69 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32273828> (дата обращения: 06.10.2021).

181. Листопад, М.Е. Информационно-коммуникационный фактор как движущая сила развития логистики в России за рубежом [Электронный ресурс] / М.Е. Листопад, А.П. Барг // Экономика: Теория И Практика. – 2016. – № 1 (41) – С. 93–99 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25741063> (дата обращения: 30.12.2019).

182. Ловас, Л. Прикладные задачи теории графов. Теория паросочетаний в математике, физике, химии; пер. с англ.: Lovász L., Plummer M.D., Matching theory, North-Holland. / Л. Ловас, М. Пламмер. – Москва: Мир, 1998. – 544 с.

183. Логистика [Электронный ресурс] / Э.М. Букринская, Н.А. Гвилия, А.А. Ефремов, М.Ю. Килль, М.Ю. Павлов, В.В. Щербаков. – Общество с ограниченной ответственностью «Издательство ЮРАЙТ». – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30545321> (дата обращения: 16.11.2020).

184. Логистика в эпоху пандемии: распространение COVID-19 привело к созданию новых услуг [Электронный ресурс] // Retail.ru. – 2020. – URL: <https://www.retail.ru/rbc/pressreleases/gk-crafter-logistika-v-epokhu-pandemii-rasprostranenie-covid-19-privelo-k-sozdaniyu-novykh-uslug/> (дата обращения: 06.11.2020).

185. Логистика И Управление Цепями Поставок [Электронный ресурс] / В.В. Щербаков, Э.М. Букринская, Н.А. Гвилия, А.В. Дмитриев, А.А. Ефремов, М.Ю. Килль, М.Ю. Павлов, И.Ф. Рудковский, Е.А. Смирнова. – Общество с ограниченной ответственностью «Издательство ЮРАЙТ». – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25858791> (дата обращения: 08.11.2020).

186. Логистика: Интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок: под ред. Проф. В.И. Сергеева. / В.В. Дыбская,

Е.И. Зайцев, В.И. Сергеев, А.Н. Стерлигова. – Москва: ЭКСМО, 2009. – 944 с.

187. Логистика на платформе | Решения на РБК+ [Электронный ресурс] // РБК+. – URL: <https://spb.plus.rbc.ru/news/5d7f84c47a8aa95f6d08db44> (дата обращения: 27.09.2021).

188. Логистическая концепция и какие существуют основные концепции логистики : Аналитика : Logistic Systems [Электронный ресурс] – URL: <https://logsystems.ru/articles/logisticheskaya-kontsepsiya-i-kakie-sushchestvuyut-osnovnye-kontseptsii-logistiki> (дата обращения: 25.06.2019).

189. Логистические концепции «реагирования на спрос» статьи, логистика [Электронный ресурс] – URL: <https://www.lobanov-logist.ru/library/357/58059/> (дата обращения: 16.06.2019).

190. Лукинский, В.С. Методы и инструменты интеллектуального анализа данных в цифровой логистике и управлении цепями поставок [Электронный ресурс] / В.С. Лукинский, Е.Г. Серова // Логистика И Управление Цепями Поставок. – 2018. – № 4 (87) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35619477> (дата обращения: 06.10.2021).

191. Лукинский, В.С. Оценка Показателей Эффективности Транспортировки В Цепях Поставок [Электронный ресурс] / В.С. Лукинский, В.В. Лукинский. – Общество с ограниченной ответственностью "Центр профессионального менеджмента «Академия Бизнеса», 2019. – С. 98–99 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41825332> (дата обращения: 06.10.2021).

192. Лукинский, В.С. Логистика и управление цепями поставок [Электронный ресурс] / В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Н.Г. Плетнева. – Общество с ограниченной ответственностью «Издательство ЮРАЙТ». – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44491957> (дата обращения: 06.10.2021).

193. Макмиллан Словарь современной экономической теории - Макмиллан: Экономика / Макмиллан. – Инфра-М, 2003. – 608 с.

194. Марусин, А.В. Перспективы Цифровой Трансформации Логистики [Электронный ресурс] / А.В. Марусин, Т.Х. Аблязов // Вестник Алтайской

Академии Экономики И Права. – 2019. – № 4–2 – С. 240–244 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38028773> (дата обращения: 14.01.2020).

195. Мельников, О.Н. Препятствия на пути к глобальной логистике / О.Н. Мельников, В.Г. Ларионов // Российское Предпринимательство. – 2014. – № 9 (255) – С. 153–160.

196. Мерзляк А.В. Логистические, информационные и управленческие аспекты эволюции экономических парадигм от экономики масштаба до сетевой экономики / Российское предпринимательство № 21 /2015 — Издательство «Креативная экономика» [Электронный ресурс] / Мерзляк А.В. – 2017. – URL: <https://creativeconomy.ru/lib/9417> (дата обращения: 06.10.2017).

197. Методические и практические аспекты эффективной работы логистики [Электронный ресурс] / Ю.М. Неруш, Л.С. Федоров, А.Ю. Неруш, Г.В. Кренёва, Д.В. Кузьмин, С.Б. Лёвин, Е.А. Сысоева. – Компания КноРус. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41348560> (дата обращения: 06.10.2021).

198. Методы борьбы с переобучением искусственных нейронных сетей [Электронный ресурс] – URL: <https://na-journal.ru/2-2019-tehnicheskie-nauki/1703-metody-borby-s-pereobucheniem-iskusstvennyh-neironnyh-setei> (дата обращения: 03.10.2021).

199. Мешалкин, В.П. Формирование инновационных логистических кластеров в нефтегазохимическом комплексе России [Электронный ресурс] / В.П. Мешалкин, Т.А. Прокофьева // В Центре Экономики. – 2020. – № 1 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42618160> (дата обращения: 06.10.2021).

200. Мировой объем данных в 2020 году составит 59 зеттабайт | Блог Mail.Ru Cloud Solutions [Электронный ресурс] – URL: <https://mcs.mail.ru/blog/mirovoj-obem-dannyh-v-2020-godu-sostavit-59-zettabajt> (дата обращения: 23.08.2020).

201. Мирошниченко, М.А. Логистический менеджмент в цифровой экономике как IT-платформа для задач инновационного, сбалансированного развития и эффективного использования единой транспортной

инфраструктуры / М.А. Мирошниченко, И.А. Гаджиев // Вестник Факультета Управления Спбгэу. – 2018. – № 3 (1) – С. 271–274.

202. Михайлюк, М.В. Расширение призмы научно-практического анализа цепей поставок в условиях интернет-торговли и развития многоканальных продаж [Электронный ресурс] / М.В. Михайлюк, Т.Г. Шульженко // Экономика И Предпринимательство. – Редакция журнала «Экономика и предпринимательство», 2019. – № 2 (103) – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37238779> (дата обращения: 16.11.2020).

203. Моделирование и анализ рисков развития экономических систем [Электронный ресурс] / А.И. Афоничкин, В.М. Дуплякин, Е.А. Афоничкина, Т.А. Мошкова, С.Б. Сыропятова. – Самарский научный центр РАН. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32432124> (дата обращения: 06.10.2021).

204. Модель SaaS: системы, решения, технологии [Электронный ресурс] – URL: <https://www.kasper.by/blog/model-saas/> (дата обращения: 03.10.2021).

205. Моргунов, В.И. Логистический аутсорсинг как фактор повышения конкурентоспособности предпринимательских структур [Электронный ресурс] / В.И. Моргунов, И.О. Проценко // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2017. – № 3 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30576949> (дата обращения: 06.10.2021).

206. Моргунов, В.И. Обеспечение Устойчивого Развития Предпринимательских Структур В Условиях Экономического Кризиса [Электронный ресурс] / В.И. Моргунов // Экономические Системы. – 2017. – Т. 10 – № 3 (38) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30595488> (дата обращения: 06.10.2021).

207. Мясникова, Л.А. Развитие Форм Организации Логистики: От Конкуренции К Сотрудничеству [Электронный ресурс] / Л.А. Мясникова. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2018. – С. 125–132 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32876683> (дата обращения: 06.10.2021).



208. Мясникова, Л.А. Цифровизация Логистики В Сетевой Торговле [Электронный ресурс] / Л.А. Мясникова // Известия Санкт-Петербургского Государственного Экономического Университета. – 2020. – № 2 (122) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43111512> (дата обращения: 06.10.2021).

209. Мясникова, Л.А. Принципы трансформации логистики в посткризисном мире [Электронный ресурс] / Л.А. Мясникова. – Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 88–91 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42869832> (дата обращения: 06.10.2021).

210. Мясникова, Л.А. Логистика торговых предприятий [Электронный ресурс] / Л.А. Мясникова, Д.П. Иванова. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41212931> (дата обращения: 06.10.2021).

211. Назаров, Д.М. Совершенствование организационно-экономического механизма подготовки персонала промышленных предприятий в условиях рынка. Автореф. дис. канд. экн. наук. / Д.М. Назаров. – Екатеринбург, 2004.

212. Наумов, В.Н. Стратегии Управления Интегрированными Цепочками Поставок С Использованием Информационных Технологий [Электронный ресурс] / В.Н. Наумов // Вестник Факультета Управления Спбгэу. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2017. – № 1–1 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29661620> (дата обращения: 16.11.2020).

213. Наумов, В.Н. Модель управления жизненным циклом продукта в цепочке поставок на рынке информационных технологий [Электронный ресурс] / В.Н. Наумов // Проблемы Современной Экономики. – Научно-производственная компания «РОСТ», 2017. – № 2 (62) – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30295700> (дата обращения: 16.11.2020).

214. Наумов, В.Н. Ценностно ориентированная модель повышения конкурентоспособности интернет-магазинов [Электронный ресурс] / В.Н. Наумов // Интернет-Маркетинг. – Издательский дом «Гребенников», 2018. –

№ 1 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32698835> (дата обращения: 16.11.2020).

215. Наумов, В.Н. Рынки информационно-коммуникационных технологий и организация продаж [Электронный ресурс] / В.Н. Наумов. – Издательский Дом «Инфра-М». – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29951593> (дата обращения: 16.11.2020).

216. Нейронная сеть [Электронный ресурс] // Википедия. – 2021. – URL: [https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C&oldid=116755136](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C&oldid=116755136) (дата обращения: 03.10.2021).

217. Нейронные сети для начинающих. Часть 1 [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/post/312450/> (дата обращения: 03.10.2021).

218. Некрасов, А.Г. Риск-Ориентированный Подход К Цифровой Трансформации Транспортно-Логистических Процессов В Цепях Поставок [Электронный ресурс] / А.Г. Некрасов, А.С. Сеницына. – Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – С. 155–159 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45814295> (дата обращения: 06.10.2021).

219. Некрасов, А.Г. Цифровая Эволюция Процессов Жизненного Цикла Цепей Поставок [Электронный ресурс] / А.Г. Некрасов, А.С. Сеницына. – Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2021. – С. 635–644 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46254457> (дата обращения: 06.10.2021).

220. Некрасов, А.Г. Стратегия интеллектуальной мобильности цепи поставок в условиях спада грузовых перевозок [Электронный ресурс] / А.Г. Некрасов, А.С. Сеницына, Атаев Керим Ибадуллах Оглы. – Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 119–122 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45716294> (дата обращения: 06.10.2021).

221. Неруш, Ю.М. Планирование И Организация Логистического Процесса [Электронный ресурс] / Ю.М. Неруш, С.А. Панов, А.Ю. Неруш. – Издательство Юрайт. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43017760> (дата обращения: 06.10.2021).

222. Неруш, Ю.М. Проектирование Логистических Систем [Электронный ресурс] / Ю.М. Неруш, С.А. Панов, А.Ю. Неруш. – Издательство Юрайт. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41246525> (accessed: 06.10.2021).

223. Никишов, С. Предпосылки моделирования интеллектуальных электронных торговых услуг в электронной и мобильной коммерции / С. Никишов // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2015. – № 2 – С. 94–97.

224. Никишов, С.И. Поточные Торговые Услуги В Электронной Коммерции / С.И. Никишов // Роль и место России в мировой экономике. Межвузовская научно-практическая конференция. РАНХиГС (Институт Менеджмента и маркетинга) 27 ноября 2014 года: сборник статей: Актуальные Вопросы Инновационной Экономики. – Москва: Яковлев Владимир Михайлович, 2015. – Т. 9 – С. 11–14.

225. Никишов, С.И. Электронные Торговые Услуги И Их Специфика / С.И. Никишов // Актуальные вопросы экономики и современного менеджмента. – Самара, 2015. – С. 91–94.

226. Никишов, С.И. Адаптивность Электронных Торговых Услуг / С.И. Никишов // Национальная Ассоциация Ученых. – 2015. – № 5–1 (10) – С. 93–95.

227. Никишов, С.И. Особенности развития адаптивных потоков в виртуальной среде / С.И. Никишов // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2016. – № 4 – С. 43.

228. Никишов, С. Развитие адаптивных потоков в цифровой экономике / С. Никишов // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2016. – № 4 – С. 168–172.

229. Никишов, С.И. Инвестиции в логистическое обеспечение электронной коммерции / С.И. Никишов. – 2017. – С. 111–116.

230. Никишов, С.И. Интеллектуализация современной логистики / С.И. Никишов // Эффективное управление предприятиями: синергия логистики и финансов. – Москва: Издательство: АНО «Академия менеджмента и бизнес-администрирования», 2017. – С. 97–101.

231. Никишов, С.И. Моделирование информационных потоков в логистике / С.И. Никишов // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2017. – № 4 – С. 47.

232. Никишов, С.И. Применение нечеткой композиции для моделирования логистических потоков / Вопросы инновационной экономики № 3 /2017 — Издательство «Креативная экономика» [Электронный ресурс] / С.И. Никишов. – 2017. – URL: <https://creativeconomy.ru/lib/38197> (дата обращения: 06.10.2017).

233. Никишов, С.И. Анализ факторов развития логистических операторов 5PL в условиях цифровой экономики [Электронный ресурс] / С.И. Никишов // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2018. – № 4 – С. 10 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38187114> (дата обращения: 19.01.2020).

234. Никишов, С.И. Повышение конкурентоспособности бизнес-структур на основе компланарных логистических потоков [Электронный ресурс] / С.И. Никишов // Российское Предпринимательство. – 2018. – Т. 19 – № 12 – С. 3999–4006 – doi:10.18334/rp.19.12.39569.

235. Никишов, С.И. Архитектура адаптивного сервиса проектирования логистических компланарных потоков [Электронный ресурс] / С.И. Никишов // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2018. – № 3 – С. 12 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36290436> (дата обращения: 19.01.2020).

236. Никишов, С.И. Совершенствование Информационных Потоков В Логистике [Электронный ресурс] / С.И. Никишов. – 2018. – С. 60–63 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36598472> (дата обращения: 19.01.2020).

237. Никишов, С.И. Особенности Адаптивно-Интегрированной Концепции Логистики [Электронный ресурс] / С.И. Никишов. – 2018. – С. 50–53 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36599362> (дата обращения: 19.01.2020).

238. Никишов, С.И. Цифровая трансформация логистики / С.И. Никишов. – Москва: Изд. «Дело», 2019. – 112 с.

239. Никишов, С.И. Формирование и развитие адаптивно-интегрированной логистики на основе интеллектуальных технологий [Электронный ресурс] / С.И. Никишов // Российское Предпринимательство. – 2019. – Т. 20 – № 1 – С. 393–400 – doi:10.18334/rp.19.12.39627.

240. Никишов, С.И. Мероприятия для повышения эффективности интегрированной логистики [Электронный ресурс] / С.И. Никишов // Экономические Отношения. – 2019. – Т. 9 – № 3 – С. 2107–2116 – doi:10.18334/eo.9.3.40817.

241. Никишов, С.И. Анализ надежности логистического провайдера на основе аппарата теории нечетких множеств [Электронный ресурс] / С.И. Никишов // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2019. – № 4 – С. 19–23 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41593579> (дата обращения: 19.01.2020).

242. Никишов, С.И. Интеллектуальная Маршрутизация Логистических Поточков [Электронный ресурс] / С.И. Никишов. – Академия менеджмента и бизнес-администрирования, 2019. – С. 123–127 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38519675> (дата обращения: 19.01.2020).

243. Никишов, С.И. Цифровая трансформация интегрированной логистики [Электронный ресурс] / С.И. Никишов // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2019. – № 1 – С. 10 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41110502> (дата обращения: 19.01.2020).

244. Никишов, С.И. Адаптивная интеграция цепей поставок и оценка поставщиков услуг на основе лингвистических переменных [Электронный ресурс] / С.И. Никишов // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение,

Конкуренция. – 2019. – № 2 – С. 33–39 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=40081793> (дата обращения: 19.01.2020).

245. Никишов, С.И. Прогнозирование спроса на логистические услуги с помощью цепей Маркова [Электронный ресурс] / С.И. Никишов. – 2019. – № 4 – С. 11 – URL: <http://www.e-rej.ru/publications/181/%D0%9D/> (дата обращения: 19.01.2020).

246. Никишов, С.И. Применение интеллектуальных технологий для моделирования логистических процессов [Электронный ресурс] / С.И. Никишов // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2019. – № 3 – С. 30–34 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41194502> (дата обращения: 19.01.2020).

247. Николайчук, В.Е. Логистический менеджмент: Учебник / В.Е. Николайчук. – 2-е-е изд. изд. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2015. – 980 с.

248. Новаков, А.А. Логистика в деталях / А.А. Новаков. – Москва: Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 528 с.

249. Новиков, Д.Т. Логистика и маркетинг в экономике России переходного периода [Электронный ресурс] / Д.Т. Новиков, И.О. Проценко, В.Н. Голоскоков // Маркетинг В России И За Рубежом. – 1998. – № 3 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35546204> (дата обращения: 06.10.2021).

250. Новости ритейлеров и поставщиков по тематике «Логистика в ритейле» [Электронный ресурс] // Retail.ru. – URL: <https://www.retail.ru/rbc/pressreleases/theme/logistics/> (дата обращения: 06.11.2020).

251. Новый проект России и Китая «Ледяной шелковый путь» [Электронный ресурс] // Федеральное агентство новостей No.1. – 2017. – URL: <https://riafan.ru/1001370-novyi-proekt-rossii-i-kitaya-ledyanoi-shelkovyi-put> (дата обращения: 03.10.2021).

252. Носков, С.В. Концепции эффективного управления снабжением и производством [Электронный ресурс] / С.В. Носков // Проблемы Развития

Предприятий: Теория И Практика. – 2020. – № 1–1 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44800606> (дата обращения: 06.10.2021).

253. Носков, С.В. Оптимизация оборачиваемости запасов компании [Электронный ресурс] / С.В. Носков // Вестник Мирбис. – 2020. – № 4 (24) – doi:10.25634/MIRBIS.2020.4.13.

254. Носков, С.В. Методы Принятия Решений В Цепях Поставок Розничной Торговли [Электронный ресурс] / С.В. Носков, А.В. Зорин // Матрица Научного Познания. – 2020. – № 12–1 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44359074> (дата обращения: 06.10.2021).

255. Носков, С.В. Эволюция Логистики От Физического Распределения До Управления Цепями Поставок [Электронный ресурс] / С.В. Носков, Р.Х. Гумеров // Инновационная Наука. – 2020. – № 9 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43865061> (дата обращения: 06.10.2021).

256. Облачные сервисы для автоматизации транспортной логистики - MSInsider.ru [Электронный ресурс] – URL: [http://www.thevista.ru/page22197-oblachnye\\_servisy\\_dlya\\_avtomatizatsii\\_transportnoy\\_logistiki](http://www.thevista.ru/page22197-oblachnye_servisy_dlya_avtomatizatsii_transportnoy_logistiki) (дата обращения: 20.01.2020).

257. Облачный провайдинг 2018-2022: экономика, стратегии, бизнес-модели [Электронный ресурс] – URL: <http://www.iks-consulting.ru/raitings-249.html> (дата обращения: 01.10.2021).

258. Опубликован полный текст нацпрограммы «Цифровая экономика». Экспресс-анализ TAdviser. [Электронный ресурс] // TAdviser.ru. – URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Национальная\\_программа\\_Цифровая\\_экономика\\_Российской\\_Федерации](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Национальная_программа_Цифровая_экономика_Российской_Федерации) (дата обращения: 25.06.2019).

259. Опыт Amazon: как автоматизация создает новые рабочие места [Электронный ресурс] // Рамблер/новости. – URL: <https://news.rambler.ru/other/37892227-opyt-amazon-kak-avtomatizatsiya-sozdaet-novye-rabochie-mesta/> (дата обращения: 25.01.2020).

260. ОСТ 4.071.030 «Создание системы. Нормативы трудоёмкости».

261. Осторожная разгрузка: что происходит с российским рынком логистики | Бизнес [Электронный ресурс] // Forbes.ru. – 2019. – URL: <https://www.forbes.ru/biznes/371053-ostorozhnaya-razgruzka-chto-proishodit-s-rossiyskim-rynkom-logistiki> (accessed: 19.05.2019).

262. Павлова, Е.И. Развитие Логистического Сервиса В Международном Бизнесе [Электронный ресурс] / Е.И. Павлова, Е.В. Черпакова, Е.В. Карлявина // Транспортное Дело России. – 2019. – № 2 – С. 211–213 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37635001> (дата обращения: 23.01.2020).

263. Пандемия роста [Электронный ресурс] – 2020. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4538639> (дата обращения: 03.10.2021).

264. Пандемия страха [Электронный ресурс] – 2020. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4377153> (дата обращения: 03.10.2021).

265. Парфенов, А.В. Исследование Состояния Логистической Стратегии [Электронный ресурс] / А.В. Парфенов. – Общество с ограниченной ответственностью «Агентство международных исследований», 2017. – С. 183–186 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29373685> (дата обращения: 06.10.2021).

266. Парфенов, А.В. К вопросу о концепции транспортно-логистической инфраструктуры [Электронный ресурс] / А.В. Парфенов, На Ли. – Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 113–116 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42869839> (дата обращения: 06.10.2021).

267. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс] .

268. Пастухова, Е.А. Адаптация экономической системы к изменениям среды [Электронный ресурс] / Пастухова, Е.А. – 2006. – № 5 – С. 77–80 – URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=22812> (дата обращения: 16.02.2020).



269. Переобучение [Электронный ресурс] // Википедия. – 2020. – URL: <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5&oldid=108831548> (дата обращения: 03.10.2021).

270. Петрова, Е.С. Развитие виртуальной логистики в России [Электронный ресурс] / Е.С. Петрова. – Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – С. 322–326 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37416786> (дата обращения: 27.07.2019).

271. Плетнева, Н.Г. Выбор модели цепи поставок как способ повышения эффективности предпринимательских структур в строительстве [Электронный ресурс] / Н.Г. Плетнева, Е.Г. Гужва, Н.В. Чепаченко // Вестник Гражданских Инженеров. – 2018. – № 6 (71) – doi:10.23968/1999-5571-2018-15-6-236-242.

272. Плетнева, Н.Г. Влияние Текущего Экономического Кризиса На Транспортно-Логистическую Сферу И Цепи Поставок [Электронный ресурс] / Н.Г. Плетнева // Теоретическая Экономика. – 2021. – № 5 (77) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46365497> (дата обращения: 06.10.2021).

273. Покупки поехали на почтовых [Электронный ресурс] . – 2019. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4125690> (дата обращения: 30.09.2021).

274. Полностью роботизированные склады появятся через 10 лет | Блог Mail.Ru Cloud Solutions [Электронный ресурс]. – URL: <https://mcs.mail.ru/blog/kogda-iskusstvennyj-intellekt-pobedit-magnitnuyu-razmetku-logisticheskikh-kompleksov> (дата обращения: 25.01.2020).

275. Правительство Москвы Дорожная карта разработки стратегии «Умный город - 2030». Проект стратегии [Электронный ресурс] / Правительство Москвы. – 2018. – URL: [https://www.mos.ru/upload/alerts/files/1\\_Prezentaciya.pdf](https://www.mos.ru/upload/alerts/files/1_Prezentaciya.pdf) (дата обращения: 01.10.2018).

276. Правительство Российской Федерации. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс] / Правительство

Российской Федерации. – 2017. – URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 12.10.2017).

277. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» - национальная программа развития цифровой экономики Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <https://digital.ac.gov.ru/> (дата обращения: 13.01.2020).

278. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» - Правительство России // [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://government.ru/docs/28653/> [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <http://government.ru/docs/28653/> (дата обращения: 28.09.2017).

279. Проект скандинавского «Ледяного Шелкового пути» продвигается вперед - ВОЙНА и МИР [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.warandpeace.ru/ru/news/view/128818/> (дата обращения: 03.10.2021).

280. Прокопенко, С.В. Особенности развития предпринимательской культуры России в рыночных условиях [Электронный ресурс] / С.В. Прокопенко // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2018. – № 4 – С. 10 – URL: <http://www.e-rej.ru/Articles/2018/Prokopenko.pdf> (дата обращения: 01.10.2018).

281. Прокофьева, Т.А. Стратегия развития логистической инфраструктуры в транспортном комплексе России [Электронный ресурс] / Т.А. Прокофьева, Н.А. Адамов. – Москва: Издательский дом «Экономическая газета», 2011. – 302 с. – URL: <https://docplayer.ru/41850368-T-a-prokofeva-n-a-adamov-strategiya-razvitiya-logisticheskoy-infrastruktury-v-transportnom-komplekse-rossii.html> (дата обращения: 19.05.2019).

282. Прокофьева, Т.А. Логистический аутсорсинг и основные направления развития комплексного логистического бизнеса в России [Электронный ресурс] / Т.А. Прокофьева, Н. Покараева. – 2012. – № 3 – С.

22–28 – URL: [http://www.risk-online.ru/archive/2012/3/RISK-2012-3\\_.pdf](http://www.risk-online.ru/archive/2012/3/RISK-2012-3_.pdf) (дата обращения: 15.09.2019).

283. Прокофьева, Т.А. Кластерные модели интеграции логистических операторов с партнёрами по бизнесу [Электронный ресурс] / Т.А. Прокофьева, А.С. Элларян // Вестник Транспорта. – 2019. – № 12 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41478483> (дата обращения: 06.10.2021).

284. Прокофьева, Т.А. Транспортная стратегия России и логистический подход к ее реализации [Электронный ресурс] / Т.А. Прокофьева // В Центре Экономики. – 2020. – № 4 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44744150> (дата обращения: 06.10.2021).

285. Прохоров, А.В. Маркова цепь. Большая российская энциклопедия. гл. ред. Ю. С. Осипов: в 35 т. / А.В. Прохоров. – Москва, 2004.

286. Проценко, О.Д. Методологические аспекты формирования корпоративной системы управления рисками в России [Электронный ресурс] / О.Д. Проценко, А.Х. Цакаев. – 2008. – С. 4–10 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36644700> (дата обращения: 06.10.2021).

287. Проценко, И.О. Некоторые аспекты теории и практики в управлении цепью поставок [Электронный ресурс] / И.О. Проценко // Российское предпринимательство. – 2009. – № 2 – URL: <http://bgscience.ru/lib/3441/> (дата обращения: 12.07.2017).

288. Проценко, О.Д. Формирование цепи поставок на основе идентификации потребительских нужд [Электронный ресурс] / О.Д. Проценко, Д.Д. Буркальцева // Экономика И Социум: Современные Модели Развития. – 2019. – Т. 9 – № 3 (25) – doi:10.18334/ecsoc.9.3.100442.

289. Проценко, И.О. Влияние Covid-19 На Изменение Спроса На Рынке Fmcg И Управление Цепями Поставок [Электронный ресурс] / И.О. Проценко, И.В. Теренина, Е.Р. Абрамова. – Ростовский государственный экономический университет «РИНХ», 2020. – С. 145–150 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44250009> (дата обращения: 06.10.2021).

290. Проценко, И.О. Перспективные Направления Развития Логистической Деятельности Перевозчиков Дальнего Следования На Железнодорожном Транспорте [Электронный ресурс] / И.О. Проценко, Д.В. Агафонов // Научные Исследования И Разработки. Экономика Фирмы. – 2020. – Т. 9 – № 3 – doi:10.12737/2306-627X-2020-10-16.

291. Проценко, И.О. Механизмы логистической координации и их роль в управлении цепями поставок [Электронный ресурс] / И.О. Проценко, Е.Р. Абрамова // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2020. – № 1 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42762738> (дата обращения: 06.10.2021).

292. Пустынникова, Е.В. Интегрированная логистика: электронное издание / Е.В. Пустынникова. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 130 с.

293. Пухаева, М.А. Расчет экономической эффективности информационной системы анализа деятельности предприятия на основе гост 24.702-85 «единая система стандартов автоматизированных систем управления. Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения» / М.А. Пухаева, Е.Б. Золотухина. – 2017.

294. Пятое поколение мобильной связи [Электронный ресурс] // TAdviser.ru. – URL: [http://www.tadviser.ru/Статья:5G\\_\(пятое\\_поколение\\_мобильной\\_связи\)](http://www.tadviser.ru/Статья:5G_(пятое_поколение_мобильной_связи)) (дата обращения: 08.01.2019).

295. Разина, Е. Пандемия роста [Электронный ресурс] / Е. Разина // Коммерсантъ. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4538639> (дата обращения: 06.11.2020).

296. Разумова, М. Пандемия страха [Электронный ресурс] / М. Разумова // Коммерсантъ. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4377153> (дата обращения: 06.11.2020).

297. Распоряжение Правительства РФ от 1 ноября 2013 г. № 2036-р [Электронный ресурс]. – URL:

<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70398122/> (дата обращения: 03.10.2021).

298. Реймер, Л.А. О природе и предназначении измерений в экономике // Труды ИСА РАН, 2008. Т. 36 // Диагностика социально-экономических систем и процессов [Электронный ресурс] / Л.А. Реймер.

299. Робот на разборке: почему склад без людей сегодня на самом деле никому не нужен | Технологии [Электронный ресурс] // Forbes.ru. – 2017. – URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/340635-robot-na-razborke-pochemu-sklad-bez-lyudey-segodnya-na-samom-dele-nikomu-ne-nuzhen> (accessed: 25.01.2020).

300. Роботы вместо складских рабочих [Электронный ресурс] // Газета.Ru. – URL: [https://www.gazeta.ru/tech/2014/12/02\\_a\\_6324373.shtml](https://www.gazeta.ru/tech/2014/12/02_a_6324373.shtml) (дата обращения: 25.01.2020).

301. Роботы заменили Amazon 20 000 рабочих [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/pochtoy/blog/429622/> (дата обращения: 25.01.2020).

302. Роджерс, Э. Диффузия инноваций [Электронный ресурс] / Э. Роджерс // Википедия. – 2018. – URL: [https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%94%D0%B8%D1%84%D1%84%D1%83%D0%B7%D0%B8%D1%8F\\_%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B9&oldid=92886742](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%94%D0%B8%D1%84%D1%84%D1%83%D0%B7%D0%B8%D1%8F_%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B9&oldid=92886742) (дата обращения: 24.06.2019).

303. Россия будущего: 2017→2035 Карты, деньги и нейросети [Электронный ресурс] / Россия будущего: 2017→2035 // Яндекс Дзен | Платформа для авторов, издателей и брендов. – URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/593685a8d7d0a62756e9cfe3/karty-dengi-i-neiroseti-59b833657ddde8b813a8590c> (дата обращения: 19.01.2020).

304. Рынок цифровизации транспорта и логистики к 2030 г. вырастет в 7 раз. Обзор: ИТ в транспортной отрасли 2021 [Электронный ресурс] // CNews.ru. – URL:

[//www.cnews.ru/reviews/it\\_v\\_transportnoj\\_otrasli\\_2021/articles/rynok\\_tsifrovizatsii\\_transporta\\_i](http://www.cnews.ru/reviews/it_v_transportnoj_otrasli_2021/articles/rynok_tsifrovizatsii_transporta_i) (дата обращения: 05.10.2021).

305. Савин, Г.В. Управление инфраструктурой транспортно-логистической системы Smart City [Электронный ресурс] / Г.В. Савин. – Уральский государственный экономический университет, 2020. – С. 215–218 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44641563> (дата обращения: 06.10.2021).

306. Савин, Г.В. Цифровая трансформация интегрированной логистики в рамках эволюционной экономической теории и тренда индустриализации [Электронный ресурс] / Г.В. Савин. – Уральский государственный экономический университет, 2021. – С. 129–134 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45767604> (дата обращения: 06.10.2021).

307. Сапожков, О. Страшнее мировой войны [Электронный ресурс] / О. Сапожков // Коммерсантъ. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4449339?query=%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%20%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8> (дата обращения: 07.11.2020).

308. Семашко, Н. Транспорт движется сквозь карантин [Электронный ресурс] / Н. Семашко // Коммерсантъ. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4320861?query=%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%20%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8> (дата обращения: 06.11.2020).

309. Сергеев, В.И. Логистика снабжения : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. И. Сергеев, И. П. Эльяшевич ; под общ. ред. В. И. Сергеева. — 3-е изд., пер. и доп. [Электронный ресурс] / В.И. Сергеев. – Москва: Издательство Юрайт, 2018. – 384 с. – URL: [https://biblio-online.ru/book/3C8BECC1-A6B3-464C-AC67-91AB806150DD/logistika-snabzheniya?utm\\_source=biblio-online\\_share](https://biblio-online.ru/book/3C8BECC1-A6B3-464C-AC67-91AB806150DD/logistika-snabzheniya?utm_source=biblio-online_share) (дата обращения: 27.09.2018).

310. Сергеев, В.И. Прозрачность цепи поставок: терминологические аспекты и ценность для контрагентов цепи [Электронный ресурс] / В.И. Сергеев, И.В. Сергеев // Логистика И Управление Цепями Поставок. – 2020. –

№ 4 (99) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43982292> (дата обращения: 06.10.2021).

311. Сергеенко, Г.М. Принципы разработки программного обеспечения геолокационных систем [Электронный ресурс] / Г.М. Сергеенко, В.В. Смелов // Труды БГТУ. Серия 3: Физико-математические науки и информатика. – 2012. – № 6 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiyu-razrabotki-programmnogo-obespecheniya-geolokatsionnyh-sistem> (дата обращения: 17.01.2020).

312. Силкина, Г.Ю. Современные тренды цифровизации логистики / Г.Ю. Силкина, В.В. Щербаков. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 237 с.

313. Силкина, Г.Ю. Информационно-Аналитический Инструментарий Логистики И Управления Цепями Поставок [Электронный ресурс] / Г.Ю. Силкина, В.В. Щербаков // Логистические Системы В Глобальной Экономике. – 2021. – № 11 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46466721> (дата обращения: 06.10.2021).

314. Складские роботы как панацея [Электронный ресурс]. – URL: [http://logirus.ru/articles/solution/skladskie\\_roboty\\_kak\\_panatseya.html](http://logirus.ru/articles/solution/skladskie_roboty_kak_panatseya.html) (дата обращения: 25.01.2020).

315. Скорлыгина, Н. «Сейчас все принято сваливать на коронавирус» [Электронный ресурс] / Н. Скорлыгина // Коммерсантъ. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4417875?query=%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%20%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8> (дата обращения: 06.11.2020).

316. Скорость развития искусственного интеллекта опережает закон Мура. [Электронный ресурс] // TAdviser.ru. – URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный\\_интеллект\\_\(мировой\\_рынок\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_(мировой_рынок)) (дата обращения: 08.01.2020).

317. Скруг, В.С. Цифровая экономика и логистика / В.С. Скруг // Вестник Белгородского Государственного Технологического Университета Им. В.г. Шухова. – 2018. – № 5 – С. 138–143.

318. Слоун, Р.Е. Новые идеи в управлении цепями поставок: 5 шагов, которые ведут к реальному результату / Р.Е. Слоун, Дж.П. Дитман, Д.Т. Менцер. – Москва: Альпина Паблишер, 2017. – 230 с.

319. Смирнова, Е.А. Методологические Аспекты Проектирования Глобальных Цепей Поставок В Условиях Торгово-Экономической Интеграции [Электронный ресурс] / Е.А. Смирнова. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, 2017. – С. 110–114 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30687898> (дата обращения: 06.10.2021).

320. Смирнова, Е.А. Логистические инструменты оптимизации расширенных цепей поставок в условиях межфирменного кооперирования [Электронный ресурс] / Е.А. Смирнова, А.К. Павлов // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2018. – № 4 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37027228> (дата обращения: 06.10.2021).

321. Смирнова, Е.А. Методы Принятия Решений В Транспортной Логистике С Учетом Закона Распределения Вероятностей [Электронный ресурс] / Е.А. Смирнова, В.А. Нос // Вестник Ростовского Государственного Экономического Университета (ринх). – 2019. – № 3 (67) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43803018> (дата обращения: 06.10.2021).

322. Смирнова, Е.А. Проектирование Международных Цепей Поставок На Рынке Энергоресурсов [Электронный ресурс] / Е.А. Смирнова, Ван Сюин // Известия Санкт-Петербургского Государственного Экономического Университета. – 2021. – № 2 (128) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45426130> (дата обращения: 06.10.2021).

323. Соломатина, А.П. Цифровизация логистики: применение технологии «blockchain» [Электронный ресурс] / А.П. Соломатина, П.В. Куренков. – Индивидуальный предприниматель Сафронов Руслан Анатольевич, 2020. – С. 272–280 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44092558> (дата обращения: 06.10.2021).



324. Специалисты «Лаборатории Касперского» обнаружили новую киберугрозу [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2020/03/24/2020/03/24/specialisty-laboratorii-kasperskogo-obnaruzhili-novuiu-kiberugrozu.html> (дата обращения: 03.10.2021).

325. Старкова, Н.О. Исследование зарубежного опыта формирования логистических систем [Электронный ресурс] / Н.О. Старкова, И.Г. Рзун, А.В. Успенский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 99 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/15687539> (дата обращения: 30.12.2019).

326. Статистическое обозрение // Федеральная служба государственной статистики. №2(101) 2018г. на русском языке - (опубликовано 26.09.2018) [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1140076462969](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140076462969) (дата обращения: 28.09.2018).

327. Страшнее мировой войны [Электронный ресурс]. – 2020. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4449339> (дата обращения: 03.10.2021).

328. Счисляева, Е.Р. Цифровизация логистических хабов как конкурентное преимущество [Электронный ресурс] / Е.Р. Счисляева, С.Е. Барыкин, Е.А. Коваленко // Неделя Науки Санкт-Петербургского Государственного Морского Технического Университета. – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», 2019. – Т. 1 – № 1 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42198906> (дата обращения: 16.11.2020).

329. Сюин Ван Управление Логистическими Процессами Международных Цепей Поставок На Рынке Энергоресурсов [Электронный ресурс] / Сюин Ван, Е.А. Смирнова. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 789–792 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45790771> (дата обращения: 06.10.2021).

330. Тема: логистическая индустрия по всему миру [Электронный ресурс] // Statista. – URL: <https://www.statista.com/topics/5691/logistics-industry-worldwide/> (дата обращения: 07.11.2020).

331. Тенденции мирового ИТ-рынка. 10 технологий, которые обогатят инвесторов и изменят мир. [Электронный ресурс] // TAdviser.ru. – URL: [http://www.tadviser.ru/Статья:Тенденции\\_мирового\\_ИТ-рынка](http://www.tadviser.ru/Статья:Тенденции_мирового_ИТ-рынка) (дата обращения: 03.10.2018).

332. Топ 20: TMS Программы для служб доставки [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.lobanov-logist.ru/library/all\\_articles/63672/](https://www.lobanov-logist.ru/library/all_articles/63672/) (дата обращения: 20.01.2020).

333. Трофимова, Л.А. Методы Принятия Управленческих Решений [Электронный ресурс] / Л.А. Трофимова, В.В. Трофимов. – Издательство Юрайт. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30573068> (дата обращения: 16.11.2020).

334. У Цзин Развитие логистической инфраструктуры на основе инновационной парадигмы [Электронный ресурс] / У Цзин, А.В. Парфенов. – Красноярский государственный аграрный университет, 2018. – С. 249–253 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35577560> (дата обращения: 06.10.2021).

335. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 · Официальное опубликование правовых актов · Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038> (дата обращения: 03.10.2021).

336. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 23.07.2019).

337. Указ Президента Российской Федерации от 25.03.2020 № 205 · Официальное опубликование правовых актов · Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. – URL:

<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202003250022> (дата обращения: 06.11.2020).

338. Указ Президента Российской Федерации от 25.03.2020 № 206 · Официальное опубликование правовых актов · Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202003250021> (дата обращения: 03.10.2021).

339. Управление Запасами: Многофакторная Оптимизация Процесса Поставок [Электронный ресурс] / Г.Л. Бродецкий, В.Д. Герами, А.В. Колик, И.Г. Шидловский. – Издательство Юрайт. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43016965> (дата обращения: 06.10.2021).

340. Управление Запасами: Многофакторная Оптимизация Процесса Поставок [Электронный ресурс] / Г.Л. Бродецкий, В.Д. Герами, А.В. Колик, И.Г. Шидловский. – Издательство Юрайт. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43016965> (дата обращения: 06.10.2021).

341. Управление Цепями Поставок [Электронный ресурс] / В.В. Щербаков, Н.А. Гвилия, А.В. Дмитриев, И.Ф. Рудковский, Е.А. Смирнова. – Издательство Юрайт. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37644387> (дата обращения: 16.11.2020).

342. Уральский бизнес стал чаще отдавать доставку товара на аутсорсинг — Российская газета [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2018/07/12/reg-urfo/uralskij-biznes-stal-chashche-otdavai-dostavku-tovara-na-aoutsorsing.html> (дата обращения: 14.09.2019).

343. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/accounts?print=1> (дата обращения: 03.10.2021).

344. Федеральная служба государственной статистики: Информационное общество [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gks.ru/folder/14478> (дата обращения: 07.01.2020).

345. Федеральная служба государственной статистики. Транспорт [Электронный ресурс]. – URL: <https://gks.ru/folder/23455> (дата обращения: 14.09.2019).

346. Федеральный закон «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма» от 07.08.2001 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_32834/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32834/) (дата обращения: 24.07.2019).

347. Фишберн, П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – Москва: Наука, 1978.

348. Формализация – это... Что такое формализация? [Электронный ресурс] // Словари и энциклопедии на Академике. – URL: [https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_philosophy/1309/%D0%A4%D0%9E%D0%A0%D0%9C%D0%90%D0%9B%D0%98%D0%97%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%AF](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/1309/%D0%A4%D0%9E%D0%A0%D0%9C%D0%90%D0%9B%D0%98%D0%97%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%AF) (дата обращения: 03.10.2021).

349. Фреймворк [Электронный ресурс] // Википедия. – 2021. – URL: <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BA&oldid=116215057> (дата обращения: 30.09.2021).

350. ХАИРОВ, Б.Г. Логистическая интеграция в лесопромышленном комплексе России: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Б.Г. ХАИРОВ. – Москва, 2017. – 495 с.

351. Цветков, М.А. К вопросу Развития Логистического Сервиса В Интернет-Торговле / М.А. Цветков, И.Ю. Цветкова // Вестник Самгупс. – 2017. – № 4 (38) – С. 82–87.

352. Цикл Деминга: четыре шага к улучшению процессов [Электронный ресурс] // [skillbox.ru](http://skillbox.ru). – URL: [https://skillbox.ru/media/management/tsikl\\_deminga/](https://skillbox.ru/media/management/tsikl_deminga/) (дата обращения: 17.11.2019).

353. Цифровая логистика [Электронный ресурс]. – URL: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/217282293.html> (дата обращения: 25.06.2019).

354. «Цифровая экономика» провалила бюджет катастрофичнее всех нацпроектов [Электронный ресурс] // CNews.ru. – URL: [https://www.cnews.ru/news/top/2020-01-13\\_tsifrovaya\\_ekonomika\\_provalila](https://www.cnews.ru/news/top/2020-01-13_tsifrovaya_ekonomika_provalila) (дата обращения: 13.01.2020).

355. Цифровизация в логистике [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-v-logistike/viewer> (дата обращения: 27.09.2021).

356. Чем отличаются архитектурные подходы при автоматизации и цифровизации [Электронный ресурс] // CNews.ru. – URL: [https://www.cnews.ru/articles/2019-06-03\\_chem\\_otlichayutsya\\_arhitekturnye\\_podhody\\_pri\\_avtomatizatsii\\_i\\_tsifrovizatsii](https://www.cnews.ru/articles/2019-06-03_chem_otlichayutsya_arhitekturnye_podhody_pri_avtomatizatsii_i_tsifrovizatsii) (дата обращения: 27.09.2021).

357. Чжао Вэньсю Цифровизация Создания Иерархической Структуры Транспортно-Логистических Центров На Железнодорожной Сети России [Электронный ресурс] / Чжао Вэньсю, Линь Юань, П.В. Куренков, Н.Г. Магомедова, П.И. Вольнов, А.В. Астафьев, Д.Г. Бабин // Рынок Транспортных Услуг (проблемы Повышения Эффективности). – 2019. – № 1 (12) – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43811369> (дата обращения: 06.10.2021).

358. Число активных абонентов, имеющих доступ к сети Интернет на конец отчетного периода [Электронный ресурс] // Росстат.

359. Что такое VPS/VDS виртуальный сервер? Объясняем просто [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.hostings.info/schools/vse-o-vpsvds.html> (дата обращения: 03.10.2021).

360. Чудаков, А.Д. Логистика [Текст]: учебник / А.Д. Чудаков. – Москва: Изд-во РДЛ, 2001. – 480 с.

361. Шиндина, Т.А. Классификация Логистических Концепций И Технологий / Т.А. Шиндина // Вестник Южно-Уральского Государственного Университета. Серия: Экономика И Менеджмент. – 2014. – Т. 8 – № 1 – С. 189–191.

362. Шульженко, Т.Г. Аналитический Инструментарий Цифровой Трансформации Логистики [Электронный ресурс] / Т.Г. Шульженко. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2019. – С. 70–101 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40103129> (дата обращения: 16.11.2020).

363. Шульженко, Т.Г. Онтологический подход к развитию концепции цифровой логистики [Электронный ресурс] / Т.Г. Шульженко. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2019. – С. 792–797 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41457727> (дата обращения: 16.11.2020).

364. Шульженко, Т.Г. Актуализация Направлений Исследований В Логистике В Контексте Современных Трендов Развития Экономики [Электронный ресурс] / Т.Г. Шульженко. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. – С. 25–33 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44350226> (дата обращения: 06.10.2021).

365. Шульженко, Т.Г. Развитие Логистической Интеграции При Управлении Потоками Данных В Международных Системах Распределения [Электронный ресурс] / Т.Г. Шульженко, Д.О. Яковлева. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 144–151 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45846362> (дата обращения: 06.10.2021).

366. Шумпетер, Й.А. Теория экономического развития: (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры) / Перевод с нем. В. С. Автономова и др. [Электронный ресурс] / Й.А. Шумпетер. – Москва: Прогресс, 1982. – 455 с. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001115278> (дата обращения: 13.01.2020).

367. Шумпетер, Й.А. Процесс «созидательного разрушения» // Капитализм, социализм и демократия: Пер. с англ. / Предисл. и общ. ред. В. С. Автономова. Гл. 7. / Й.А. Шумпетер. – Экономика – Москва, 1995.

368. Шумпетер, Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия: Антология экономической мысли / Й. Шумпетер. – Москва: Эксмо, 2007. – 864 с.

369. Щербаков, В.В. Автоматизация бизнес-процессов в логистике: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения.: Учебник для вузов / В.В. Щербаков, А.В. Мерзляк, Е.О. Коскур-Оглы. – СПб.: Питер, 2016. – 464 с.

370. Щербаков, В.В. Логистическая Компонента Политики Импортзамещения [Электронный ресурс] / В.В. Щербаков. – Красноярский государственный аграрный университет, 2016. – С. 280–284 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25796435> (дата обращения: 08.11.2020).

371. Щербаков, В.В. Цифровой инструментарий реализации синергии инноваций и логистики в контрактах жизненного цикла продукции [Электронный ресурс] / В.В. Щербаков, Г.Ю. Силкина, С.Ю. Шевченко. – Общество с ограниченной ответственностью Издательство «КУБиК», 2018. – С. 106–110 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42420757> (дата обращения: 06.10.2021).

372. Щербаков, В.В. Стратегические Компетенции Логистики 4.0 [Электронный ресурс] / В.В. Щербаков. – Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 5–18 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45846321> (дата обращения: 06.10.2021).

373. Щербаков, В.В. Автоматизация Бизнес-Процессов В Логистике [Электронный ресурс] / В.В. Щербаков, А.В. Мерзляк, Коскур-Оглы Е.о. – Питер. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26222442> (дата обращения: 08.11.2020).

374. Экономико-математический энциклопедический словарь / Гл. ред. В.И. Данилов-Данильян. – Москва: Большая Российская энциклопедия: Издательский Дом «ИНФРА-М», 2003.

375. Экономическое развитие и инновационная экономика / Правительство российской федерации №316 от 15/04/2014. - 366с. // [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL:<http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/dd77517e-cdcc-41e0-a83c-8891e0927f37/1111.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=dd77517e-cdcc-41e0-a83c-8891e0927f37> [Электронный ресурс]. – С. 366 – URL: <http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/dd77517e-cdcc-41e0-a83c-8891e0927f37/1111.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=dd77517e-cdcc-41e0-a83c-8891e0927f37> (дата обращения: 01.10.2018).

376. Электронная торговля 2020 – 2024, прогноз Data Insight | Data Insight [Электронный ресурс]. – URL: [https://datainsight.ru/DI\\_eCommerce2020\\_2024](https://datainsight.ru/DI_eCommerce2020_2024) (дата обращения: 30.09.2021).

377. Юлмарт [Электронный ресурс] // Википедия. – 2020. – URL: <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Юлмарт/oldid=104609635> (дата обращения: 20.01.2020).

378. Якубова, А.В. Логистический аутсорсинг как способ повышения эффективности работы и конкурентоспособности предприятия [Электронный ресурс] / А.В. Якубова // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2017. – Т. 3 – № 13 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/logisticheskiy-autsorsing-kak-sposob-povysheniya-effektivnosti-raboty-i-konkurentosposobnosti-predpriyatiya> (дата обращения: 03.04.2019).

379. Яндекс Маршрутизация - платформа для решения логистических задач [Электронный ресурс] // Яндекс Маршрутизация - платформа для решения логистических задач. – URL: <https://yandex.ru/routing/testing/index-page> (дата обращения: 19.01.2020).

380. Яндекс.Гуру Википедия [Электронный ресурс]. – URL: <http://wikiredia.ru/wiki/%D0%AF%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%93%D1%83%D1%80%D1%83> (дата обращения: 19.01.2020).



381. Aggregated LPI | Logistics Performance Index [Электронный ресурс]. – URL: <https://lpi.worldbank.org/international/aggregated-ranking> (дата обращения: 07.01.2019).

382. AGILOX V02 testdrive [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=VPbGsSs0Z68> (дата обращения: 25.01.2020).

383. Amazon запустил роботизированные складские комплексы восьмого поколения | Retail.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.retail.ru/news/amazon-zapustil-robotizirovannye-skladskie-kompleksy-vosmogo-pokoleniya/> (дата обращения: 25.01.2020).

384. Artificial Intelligence Revenue to Reach \$36.8 Billion Worldwide by 2025 | Tractica [Электронный ресурс]. – 2016. – URL: <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/artificial-intelligence-revenue-to-reach-36-8-billion-worldwide-by-2025/> (accessed: 23.01.2019).

385. BIA/Kelsey Sees Significant Growth in Local Mobile Ad Spending in 2018 and Beyond, as Advertisers Embrace Location-Targeted, Social and Web Platforms [Электронный ресурс] // BIA Advisory Services. – 2018. – URL: <http://www.biakelsey.com/biakelsey-sees-significant-growth-local-mobile-ad-spending-2018-beyond-advertisers-embrace-location-targeted-social-web-platforms/> (accessed: 19.01.2020).

386. Blog [Электронный ресурс] // Criteo. – URL: <https://www.criteo.com/insights/> (accessed: 03.10.2021).

387. Bolumole, Y.A. The Customer Service Management Process / Y.A. Bolumole, A.M. Knemeyer, D.M. Lambert. – 2003. – Т. vol.14, iss. 2 – С. 15–31.

388. Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2025 года : [Электронный ресурс] // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. – URL: [https://digital.gov.ru/common/upload/Strategiya\\_razvitiya\\_otrasli\\_IT\\_2014-2020\\_2025\[1\].pdf](https://digital.gov.ru/common/upload/Strategiya_razvitiya_otrasli_IT_2014-2020_2025[1].pdf) (дата обращения: 18.10.2018).

389. CALS-технологии [Электронный ресурс] // Википедия. – 2019. – URL: <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=CALS-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8&oldid=100611441> (дата обращения: 01.07.2019).

390. COVID19 ускорил выход компания NetWork Logistic на рынок курьерской доставки для E-Com | Retail.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.retail.ru/rbc/pressreleases/network-logistik-network-logistik-13-05-2020-115951/> (дата обращения: 06.11.2020).

391. Croxton, K.L. Demand Management Process / K.L. Croxton, D.M. Lambert, S.J. Garcia. – 2002. – Т. Vol.13, Iss. 2 – С. 51–66.

392. Croxton, K.L. The Order Fulfilment Process / K.L. Croxton, D.M. Lambert. – 2003. – Т. Vol. 14, вып. 1 – С. pp.19-32.

393. Croxton, K.L. The role of logistics managers in the cross functional implementation of supply chain management / K.L. Croxton, D.M. Lambert. – 2008. – № vol.29, 1 – С. 113–134.

394. DAMA-DMBOK: Свод знаний по управлению данными. Второе издание / Dama International [пер. с англ. Г. Агафонова]. – Москва: Олимп-Пресс, 2020. – 828 с.

395. datainsight.ru Интернет-торговля в России 2018 [Электронный ресурс] / [datainsight.ru](http://datainsight.ru). – URL: [http://datainsight.ru/sites/default/files/DI\\_Ecommerce%202018.pdf](http://datainsight.ru/sites/default/files/DI_Ecommerce%202018.pdf) (дата обращения: 07.01.2019).

396. Davis-Sramek, B. The impact of order fulfillment service on retailer merchandising decisions in the consumer durables industry / B. Davis-Sramek, R. Germain, T.P. Stank. – 2010. – Т. Vol. 31, вып. 2 – С. 215–30.

397. Digital 2019: Global Internet Use Accelerates - We Are Social [Электронный ресурс]. – URL: <https://wearesocial.com/blog/2019/01/digital-2019-global-internet-use-accelerates> (дата обращения: 30.09.2021).

398. Digital Transformation of Industries. Logistics Industry. – World Economic Forum, 2016. – 1–31 p.

399. E-commerce growth statistics - UK, US and Worldwide forecasts [Электронный ресурс] // Smart Insights. – 2021. – URL: <https://www.smartinsights.com/digital-marketing-strategy/online-retail-sales-growth/> (accessed: 03.10.2021).

400. Gartner The Gartner Glossary of Information Technology Acronyms and Terms (англ.) (pdf). [Электронный ресурс] / Gartner. – 2004. – (дата обращения: 24.02.2020).

401. Ioannis, K. Simulation Techniques for Evaluating Smart Logistic Solutions for Sustainable Urban Distribution / K. Ioannis, N. Eftihia // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 178 – P. 569–578 – doi:10.1016/j.proeng.2017.01.110.

402. IRU Разрешительные системы в области международных автомобильных перевозок в Евразии: существующая практика и перспективы развития, IRU, Москва, Россия / IRU. – 2016.

403. ITU | 2017 Global ICT Development Index [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2017/index.html> (дата обращения: 30.09.2021).

404. Kosko, B. Fuzzy thinking: the new science of fuzzy logic [Электронный ресурс] / B. Kosko. – New York: Hyperion, 1993. – 340 с. – URL: <http://archive.org/details/fuzzythinkingnew0000kosk> (дата обращения: 03.10.2021).

405. Leon, A. Enterprise Resource Planning. / A. Leon. – 2nd изд. – New Dehli: McGraw-Hill, 2008. – 500 с.

406. Loshin, D. ETL (Extract, Transform, Load) // Business Intelligence. / D. Loshin. – 2nd ed. – Morgan Kaufmann, 2012. – 400 p.

407. McAfee: 19 передовых практик в сфере облачной безопасности в 2019 году. [Электронный ресурс] // TAdviser.ru. – URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Главные\\_угрозы\\_безопасности\\_в\\_облаке](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Главные_угрозы_безопасности_в_облаке) (дата обращения: 20.01.2020).

408. MobX Agency [Электронный ресурс]. – URL: <https://mobx.agency/> (дата обращения: 03.10.2021).

409. NetWork Logistic vs. COVID19. Карантин помог снизить затраты грузоотправителя. | Retail.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.retail.ru/rbc/pressreleases/network-logistik-network-logistic-vs-covid19-karantin-pomog-snizit-zatraty-gruzootpravatelya/> (дата обращения: 06.11.2020).

410. Nikishov, S.I. The impact of information provision on the logistics efficiency of Russia. Series: The University of Chicago Press / S.I. Nikishov. – 2017. – Vol. 65 – № No.4 (2), (July) – P. 1163–1168.

411. Omarova, Z.K. Information Technology in Logistics Systems: Problems, Solutions, Innovations [Электронный ресурс] / Z.K. Omarova, S.I. Nikishov, A.S. Ellaryan, A.D. Bobryshev, Kamchatova E.yu. // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2019. – Vol. 10 – № S10 – P. 581–586 – doi:10.5373/JARDCS/V11SP10/20192845.

412. PaaS (Platform-as-a-Service) — Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.bmstu.wiki/PaaS\\_\(Platform-as-a-Service\)](https://ru.bmstu.wiki/PaaS_(Platform-as-a-Service)) (дата обращения: 03.10.2021).

413. Rogers, E. Diffusion of Innovations. / E. Rogers. – 4th-e изд ed. – Simon and Schuster, 2010. – 518 p.

414. scikit-learn: machine learning in Python — scikit-learn 0.21.3 documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://scikit-learn.org/stable/index.html> (дата обращения: 15.09.2019).

415. sklearn.neural\_network.MLPClassifier [Электронный ресурс] // scikit-learn. – URL: [https://scikit-learn/stable/modules/generated/sklearn.neural\\_network.MLPClassifier.html](https://scikit-learn/stable/modules/generated/sklearn.neural_network.MLPClassifier.html) (accessed: 03.10.2021).

416. Smith, R. Russian Hackers Reach U.S. Utility Control Rooms, Homeland Security Officials Say [Электронный ресурс] / R. Smith // Wall Street Journal. – 2018. – URL: <https://www.wsj.com/articles/russian-hackers-reach-u-s-utility-control-rooms-homeland-security-officials-say-1532388110> (accessed: 03.10.2021).

417. Study: Mobile commerce to overtake e-commerce by 2019 [Электронный ресурс] // Marketing Dive. – URL: [https://www.marketingdive.com/news/study-mobile-commerce-to-overtake-e-commerce-by-next-year/532125/?referrer\\_site=www.mobilemarketer.com](https://www.marketingdive.com/news/study-mobile-commerce-to-overtake-e-commerce-by-next-year/532125/?referrer_site=www.mobilemarketer.com) (accessed: 03.10.2021).

418. The World Bank. [Электронный ресурс] // The World Bank.

419. Topic: Logistics industry worldwide [Электронный ресурс] // Statista. – URL: <https://www.statista.com/topics/5691/logistics-industry-worldwide/> (accessed: 07.11.2020).

420. Walker, M.A. Reengineering Order Fulfillment / M.A. Walker, D. Woolsey, R. Seaker. – 1995. – Т. vol.6, вып. 2 – С. 1–10.

421. Warehouse Robotics: Everything You Need to Know in 2019 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.logiwa.com/blog/warehouse-robotics> (accessed: 23.01.2020).

422. World Bank The World Bank Annual Report 2018 [Электронный ресурс] / World Bank. – The World Bank – 2018. – URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/167281538160937940/The-World-Bank-Annual-Report-2018> (accessed: 18.10.2018).

423. Wu, S. Virtual Goods: the next big business model | TechCrunch [Электронный ресурс] / S. Wu. – URL: <https://techcrunch.com/2007/06/20/virtual-goods-the-next-big-business-model/> (дата обращения: 03.10.2021).

Развитие рынка электронной коммерции<sup>18, 19</sup>

Рисунок 58 – Динамика мирового рынка e-Commerce

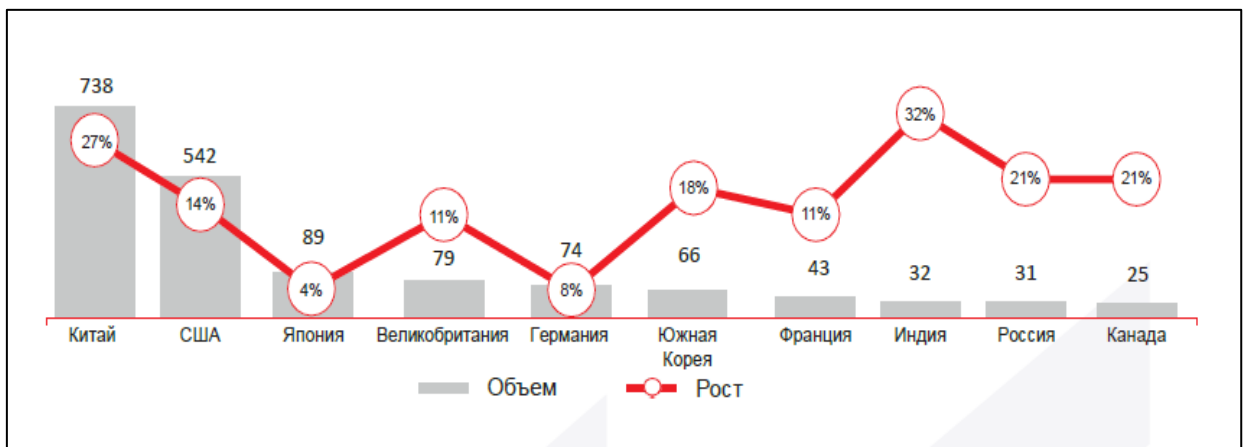


Рисунок 59 – Объем и рост рынка e-Commerce в 2019 году

<sup>18</sup> Источник: <https://ipg-estate.ru/novosti/novosti-ipg/ipgresearch-globalnoe-razvitie-e-commerce-ssha-kitai-rossiia>

<sup>19</sup> Источник: [https://datainsight.ru/sites/default/files/DI\\_eCommerce2020\\_2024.pdf](https://datainsight.ru/sites/default/files/DI_eCommerce2020_2024.pdf)

## Развитие рынка электронной коммерции<sup>20</sup>

Таблица 22. ТОП российских инвестиций в интернет-торговлю.

Инвестор	Сумма инвестиций	Доля в AliExpress Russia
Alibaba Group	\$ 100 млн.	55,7%
РПФИ	\$ 100 млн.	5%
Mail.ru Group	\$ 182 млн.	15%
«Мегафон!»	10% в Mail.ru Group	24,3%

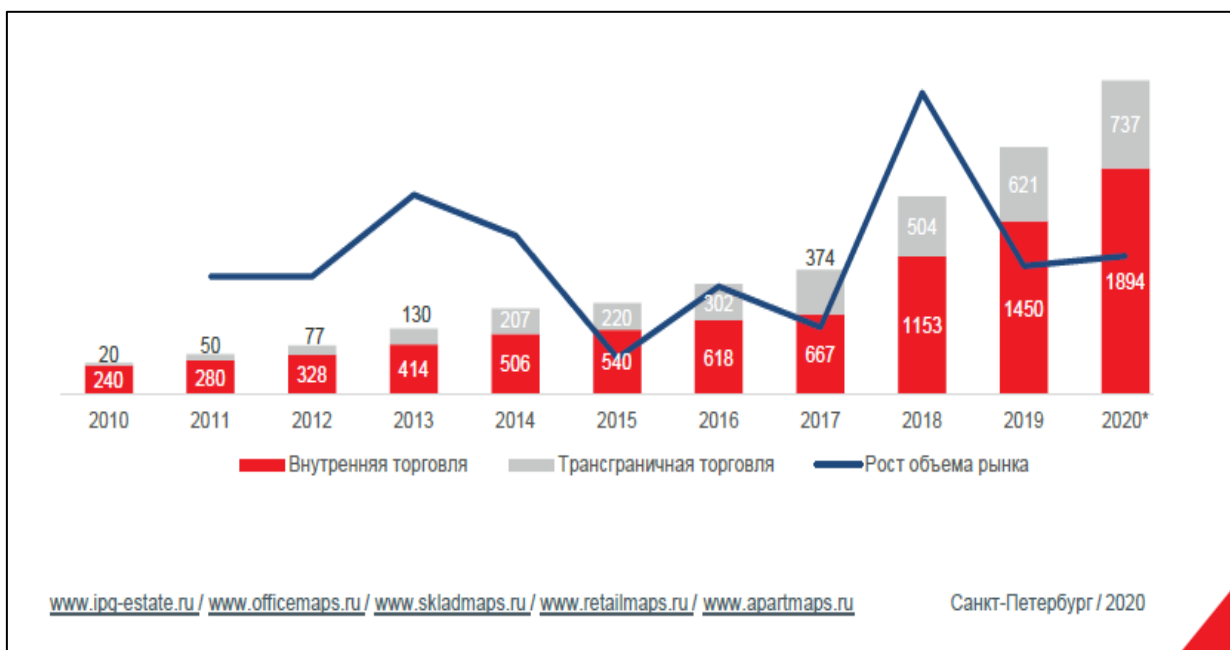


Рисунок 60 – Структура российского рынка интернет-торговли

<sup>20</sup> <https://ipg-estate.ru/novosti/novosti-ipg/ipgresearch-globalnoe-razvitie-e-commerce-ssha-kitai-rossia>

## Приложение 2

### Анализ рынка электронной коммерции по итогам первой волны коронавируса COVID19<sup>21</sup>

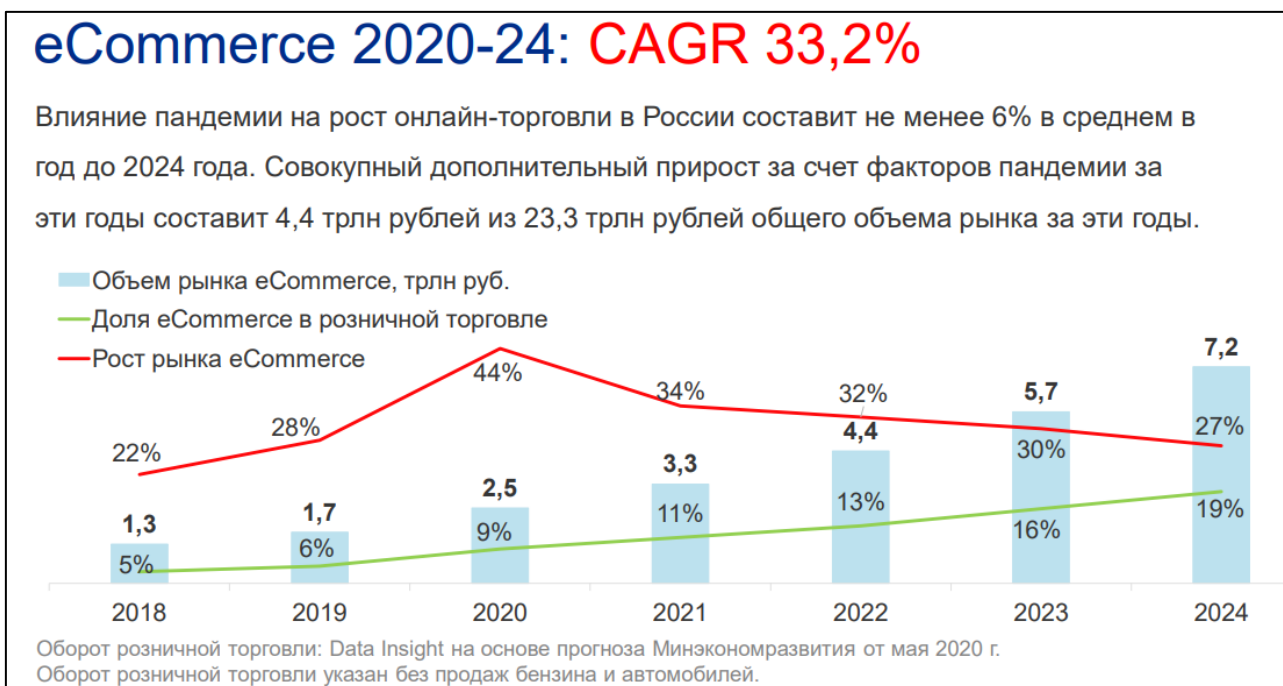


Рисунок 61 – Влияние первой волны пандемии на розничную торговлю

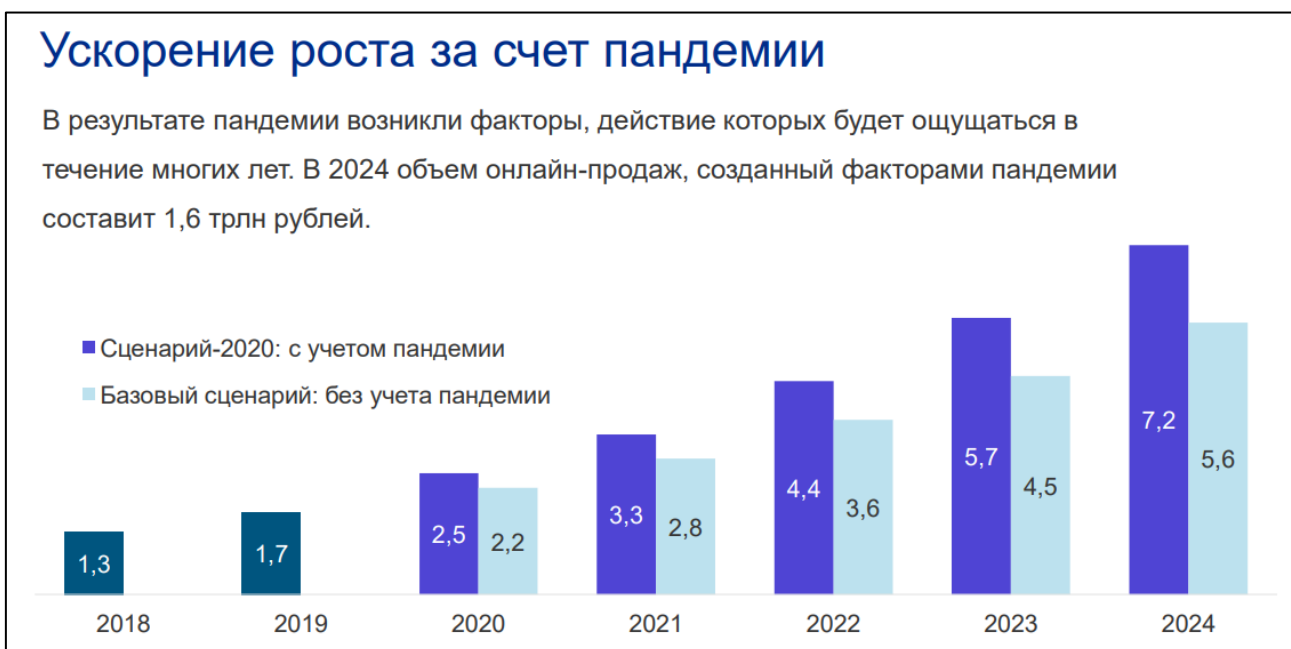


Рисунок 62 – Прогноз онлайн продаж с учетом пандемии

<sup>21</sup> Источник: [https://datainsight.ru/sites/default/files/DI\\_eCommerce2020\\_2024.pdf](https://datainsight.ru/sites/default/files/DI_eCommerce2020_2024.pdf)





## Анализ рынка электронной коммерции по итогам первой волны коронавируса COVID19<sup>22</sup>

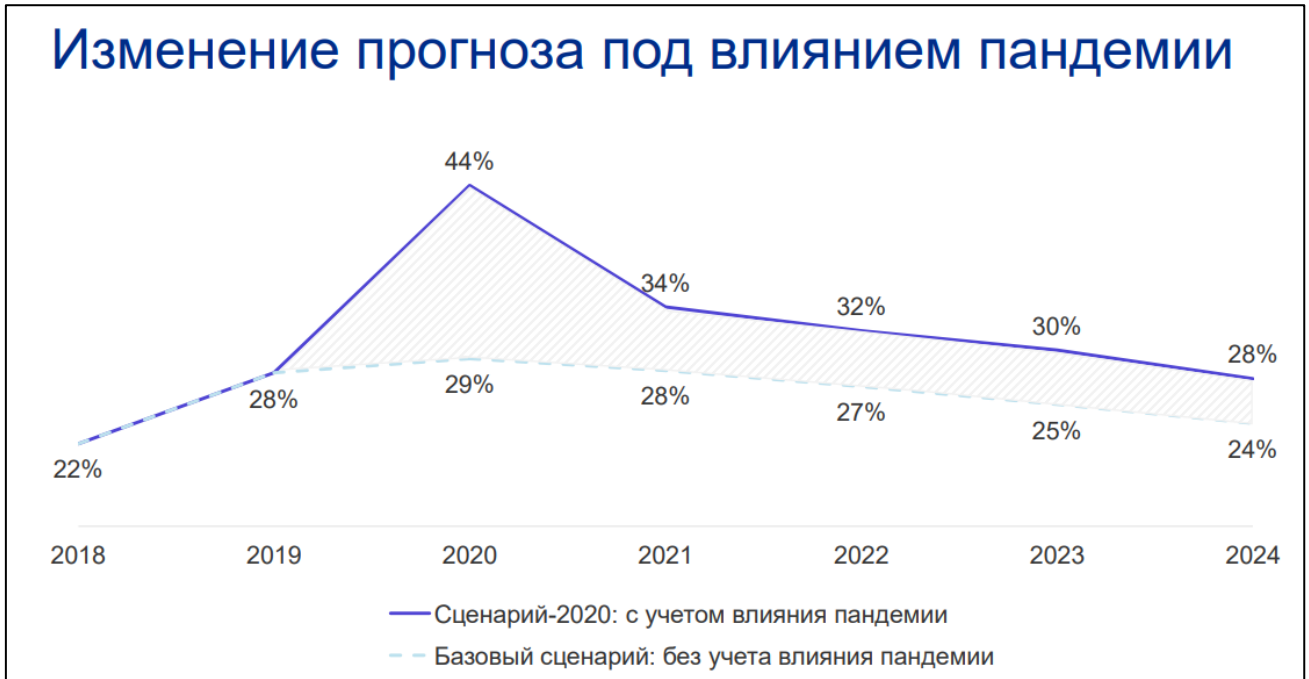


Рисунок 63 – Прогноз электронной торговли под влиянием пандемии

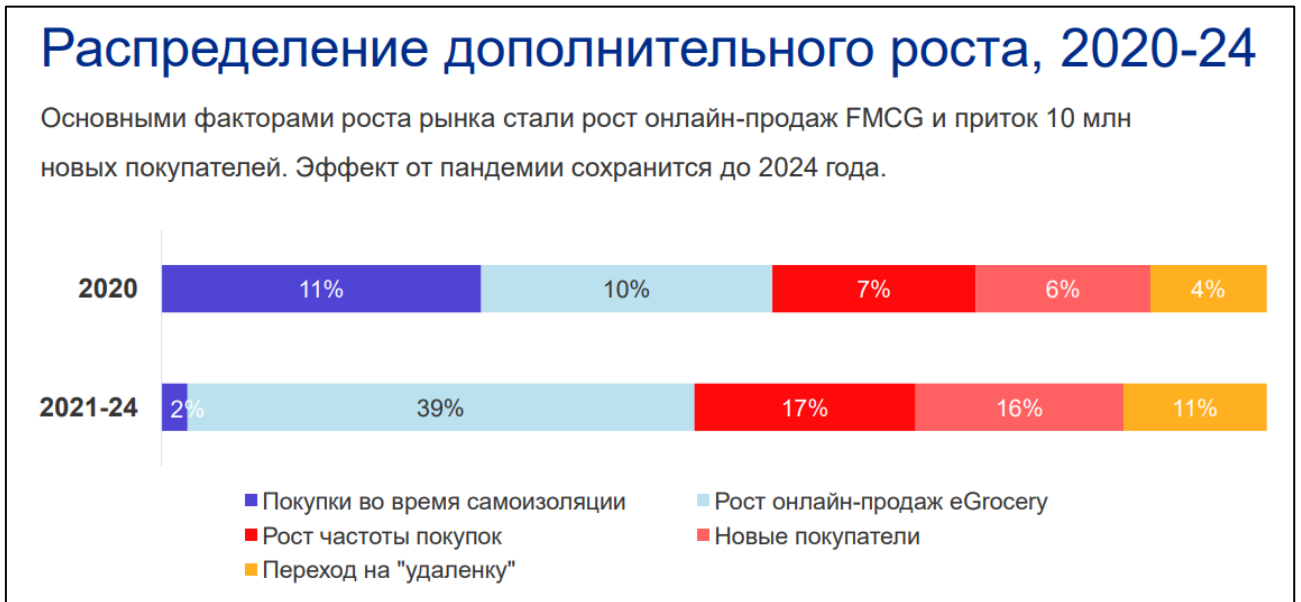


Рисунок 64 – Распределение дополнительного роста

<sup>22</sup> Источник: [https://datainsight.ru/sites/default/files/DI\\_eCommerce2020\\_2024.pdf](https://datainsight.ru/sites/default/files/DI_eCommerce2020_2024.pdf)

### Приложение 3.

#### Убытки от первой волны коронавируса по видам транспорта<sup>23</sup>.

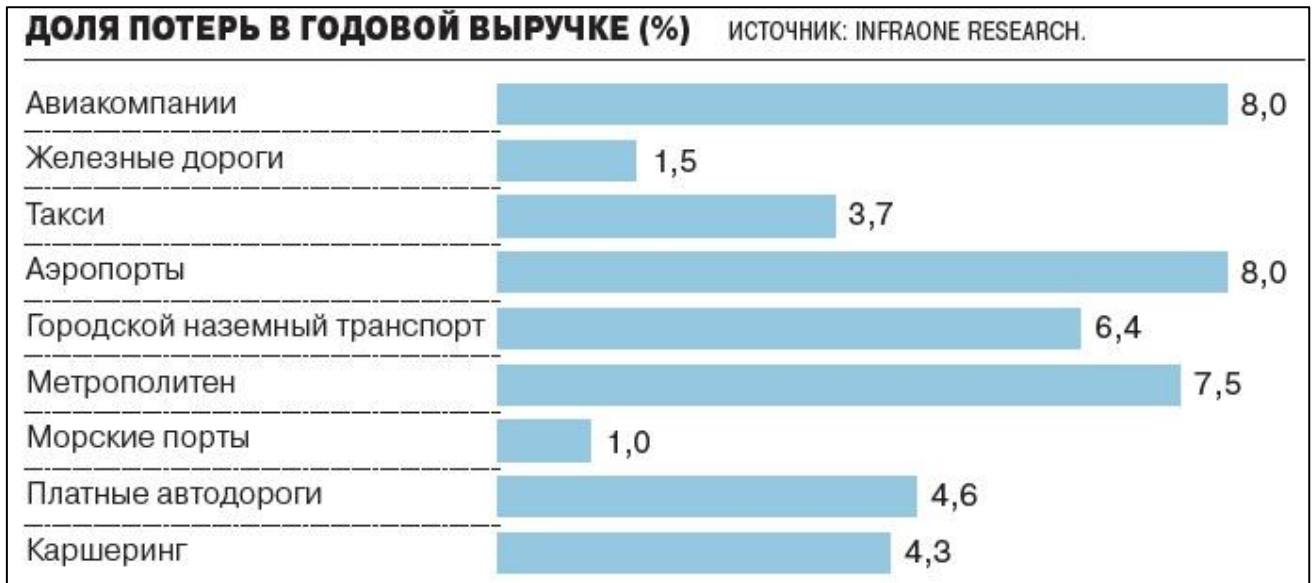


Рисунок 65 – Убытки от первой волны пандемии COVID-2019



Рисунок 66 – Потери российских компаний от первой волны пандемии COVID-2019

<sup>23</sup> Источник: <https://www.kommersant.ru/doc/4320861>

## Убытки от первой волны коронавируса по доходам населения<sup>24</sup>.



Рисунок 66 – Убытки доходов населения от первой волны пандемии



Рисунок 66 – Динамика заработной платы

<sup>24</sup> Источник: <https://www.kommersant.ru/doc/4377153>

## Анализ развития рынка электронной коммерции во время эпидемии COVID19<sup>25</sup>



Рисунок 67 – Распределение по товарным категориям



Рисунок 68 – Российский рынок интернет-торговли

<sup>25</sup> Источник: <https://e-pepper.ru/news/akit-rossiyskiy-ecommerce-v-pervoy-pолоvine-2020-goda.html>

## Анализ развития рынка электронной коммерции во время эпидемии COVID19<sup>26</sup>



Рисунок 69 – Объем розничных продаж по месяцам



Рисунок 70 – Электронная коммерция в первую волну пандемии

<sup>26</sup> Источник: <https://e-pepper.ru/news/akit-rossiyskiy-ecommerce-v-pervoy-pолоvine-2020-goda.html>

## Анализ развития рынка электронной коммерции во время эпидемии COVID19<sup>27</sup>



Рисунок 71 – Отправления с товарными вложениями из зарубежных интернет-магазинов



Рисунок 72 – Распределение по товарным категориям на локальном и трансграничном рынке

<sup>27</sup> Источник: <https://e-pepper.ru/news/akit-rossiyskiy-ecommerce-v-pervoy-pолоvine-2020-goda.html>

Логистика для интернет-магазинов: мнения и ожидания 2019<sup>28</sup>

**Таблица 2.1. Количество отправок по каналам доставки 2018–2019**

Показаны только данные о посылках из интернет-магазинов внутри России, включая MLM, без кроссбордера. Доставка готовой еды из ресторанов не учитывается.

Каналы доставки	2019 H1, млн посылок	2019 H1, доля	2018 H1 – 2019 H1, рост	2018, млн посылок	2018, доля	2018 H1, млн посылок
Почта России	44	20%	3%	88	24%	43
Логистические компании, до двери	27	12%	2%	61	17%	27
Логистические компании, в ПВЗ и постаматы	36	17%	40%	59	16%	26
Собственные службы магазинов	111	51%	61%	158	43%	69
<b>ВСЕГО</b>	<b>218</b>			<b>366</b>		<b>165</b>

Рисунок 73 – Количество отправок по каналам доставки

**Рисунок 3.1. Размеры некоторых крупных сетей ПВЗ и постаматов**

Показаны общие размеры, включая неуникальные адреса — те, которые используются больше чем одной компанией

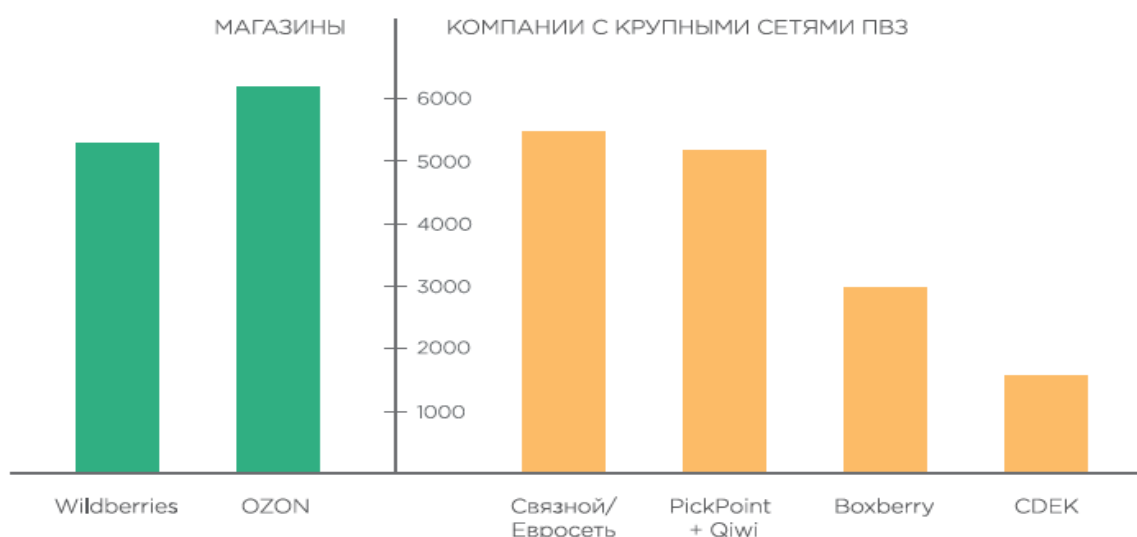


Рисунок 74 – Размеры сетей постаматов

<sup>28</sup> Источник: <http://logistics.datainsight.ru/LogisticsOpinion2019>