

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

На правах рукописи

**КУДАЙБЕРГЕН Канат Жакыпулы**

**Разработка механизма ситуационного управления цепочками поставок в  
транспортно-логистической системе промышленного холдинга**

**Специальность**

2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель  
проф., д.т.н. Гончаренко С.Н.

Москва - 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.ПРОБЛЕМЫ        СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ        УПРАВЛЕНИЯ        И ПОВЫШЕНИЯ        ЭФФЕКТИВНОСТИ        ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	9
1.1. Теоретико-информационный анализ эффективности создания рыночного 4PL-оператора на базе транспортно-логистического подразделения промышленного холдинга.....	9
1.2. Анализ эффективности применения инновационных методов совершенствования управления транспортно-логистической системой промышленного холдинга.....	20
Выводы по главе 1.....	32
2. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПЛАНИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ЦЕЛЕВЫХ СХЕМ ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК В ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛДИНГАХ.....	34
2.1. Формализованная постановка задачи планирования и управления целевыми схемами поставок в промышленных холдингах.....	34
2.2. Обоснование и выбор оптимальных целевых схем цепочки поставок на основе использования процедур ситуационного моделирования.....	45
2.3. Принципы и концепция применения цифровизации в инновационной модели планирования и управления целевыми схемами цепочки поставок в транспортно-логистической системе .....	53
Выводы по главе 2.....	68
3.        ПОВЫШЕНИЕ        ЭФФЕКТИВНОСТИ        ТРАНСПОРТНО- ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ	

СПРАВЕДЛИВОЙ ЦЕНЫ В СИСТЕМАХ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПОЧКАМИ ПОСТАВОК.....	70
3.1. Разработка моделей определения справедливой цены в системах планирования и управления цепочками поставок промышленных холдингов.....	70
3.2. Ситуационное моделирование справедливой цены и разработка механизма ситуационного управления цепочками поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга.....	84
Выводы по главе 3.....	118
4. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ОПЕРАЦИЯМИ В ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СИСТЕМНЫХ СВЯЗЕЙ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ХОЛДИНГА.....	120
4.1. Разработка проблемно-ориентированной системы оптимизации функций планирования и управления погрузочно-разгрузочными операциями в транспортных узлах цепочки поставок.....	120
4.2. Структурно-параметрический синтез многоуровневой логистической системы совершенствования управления транспортными операциями.....	134
Выводы по главе 4.....	145
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	147
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	149
Приложение А.....	167
Приложение Б.....	172
Приложение В.....	174

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Организация эффективных систем обеспечения крупных промышленных компаний требует централизации функции поставок в рамках внутрихолдинговых логистических операторов. Осуществление данного подхода в планировании и управлении целевыми схемами поставок предусматривает получение принципиально нового инструмента, который базируется на многофакторном анализе всех стадий цепочки поставок и оперативном контроле отклонений параметров схемы поставок, предусматривающим ее завершение в нужном месте и в обозначенные сроки. При этом, необходима реализация принципа объективного распределения финансовой ответственности за изменение соответствующих параметров поставки между всеми участниками транспортно-логистического процесса (поставщик, заказчик, логистические операторы). Актуальность исследования обусловлена низкой эффективностью логистических систем промышленных предприятий и ограниченным набором методов управления операционной логистической деятельностью. Работа затрагивает главные аспекты деятельности логистических подразделений в компании, связанные с управленческой, мотивационной, операционной, процессной и информационной функциями. В их основу положены методы поиска оптимального баланса логистических затрат, сервиса и рисков зависимости от сторонних логистических операторов, а также набор инструментов по снижению доли логистических затрат в себестоимости готовой продукции промышленных холдингов. Несмотря на то, что процесс поставок ключевым образом влияет на эффективность деятельности промышленного предприятия, он, зачастую, не обладает нужным инструментарием и внедренными инновациями, позволяющими повысить качество и экономичность производственного процесса.

На сегодняшний день именно система обеспечения промышленных предприятий чаще всего является узким местом, сдерживающим эффективность всего предприятия в целом, т.к. влияет и на стоимость, и на сроки исполнения заказов клиентов, и на экономическую эффективность всего предприятия. В работе предлагается возможный вариант повышения эффективности системы обеспечения

производственного предприятия за счет внедрения эффективной модели управления закупками и поставками внутрихолдингового оператора.

В этой связи, повышение эффективности производственной и сбытовой деятельности производственного предприятия на основе оптимизации процесса исполнения целевых схем поставок и совершенствования управления транспортно-логистической системой является актуальной научной и практической задачей.

**Целью работы** является повышение эффективности транспортно-логистических процессов на основе определения индивидуальной ответственности и оперативного контроля временных и стоимостных показателей основных операторов в системе управления цепочками поставок промышленного холдинга.

**Идея работы** заключается в определении уровня справедливой цены на базе технологий индустрии 4.0 в процессе управления целевыми схемами поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга.

**Новизна научных исследований** заключается в следующем:

– реализованы процедуры ситуационного моделирования временных и стоимостных показателей основных операторов транспортно-логистической системы промышленного холдинга на основе разработанной логико-временной схемы варьирования показателей отклонений в системах управления цепочками поставок по критериям «total cost»;

– установлены взаимосвязи комплекса стоимостных характеристик поставки, надежности ее исполнения и уровня рыночных цен на перевозку груза, позволяющие на стадии оперативного контроля поставок в автоматическом режиме получать данные о ее текущем состоянии, а также выявлять причины и ответственных за возможные сбои и отклонения относительно плановых заданий основных транспортно-логистических показателей на базе использования механизма «IoT 4.0»;

– осуществлено сценарное воспроизводство множества возможных ситуаций, возникающих в транспортных узлах с соответствующим обоснованием режимов, условий функционирования и контроля статуса поставки, позволяющее определить уровень индивидуальной ответственности всех участников

транспортно-логистического процесса и обосновать систему бонусов и штрафов за потенциальное ускорение и возможные срывы сроков поставки;

– обеспечена корректность анализа и обработки ретроспективной транспортно-логистической информации, а также произведена своевременная регистрация исполнения запланированных обязательств всеми участниками цепочки поставок в рамках сформированных смарт-контрактов на основе использования технологии «блокчейн».

### **Задачи:**

1. Теоретико-информационный анализ эффективности создания рыночного 4PL-оператора на базе транспортно-логистического подразделения промышленного холдинга.

2. Разработка модели управления целевыми схемами цепочки поставок в промышленных холдингах.

3. Разработка ситуационной модели справедливой цены и механизма ситуационного управления цепочками поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга.

4. Разработка проблемно-ориентированной системы оптимизации функций управления погрузочно-разгрузочными операциями в транспортных узлах цепочки поставок.

5. Структурно-параметрический синтез многоуровневой логистической системы совершенствования управления транспортными операциями.

**Методы исследования** включают системный, факторный и статистический анализ транспортно-логистических данных крупного промышленного холдинга, теорию принятия решений, математическое моделирование показателей цепочки поставок, теорию вероятностей, теоретико-информационный анализ транспортно-логистической деятельности промышленного холдинга.

### **Научные положения:**

1. Разработанная модель управления целевыми схемами цепочки поставок в транспортно-логистических системах промышленных холдингов, базирующаяся на технологии индустрии 4.0, позволяет осуществить фиксацию комплекса

основных параметров коммуникативных связей в группе логистических операторов (сроки, состав, стоимость), информационно-логическое управление системными отклонениями, а также поиск оптимального баланса логистических затрат.

2. Выявленные взаимосвязи комплекса стоимостных показателей поставки, надежности ее исполнения и уровня рыночных цен на перевозку груза позволяют разработать логико-временную схему варьирования показателей отклонений и осуществить процедуру ситуационного моделирования цепочки поставок, обеспечивающую в режиме реального времени воспроизведение закономерностей изменения пространственно-временных и стоимостных параметров в системе междузловых переходов целевых схем поставок.

3. Разработанный механизм ситуационного управления цепочками поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга позволяет осуществить воспроизводство режимов, условий функционирования и контроля статуса поставки в транспортно-логистической системе, определить уровень индивидуальной ответственности всех участников транспортно-логистического процесса, реализовать процедуру сценарного моделирования множества возможных ситуаций, возникающих в транспортных узлах и обосновать систему бонусов и штрафов за потенциальное ускорение и возможные срывы сроков.

**Обоснованность и достоверность результатов исследования** обеспечивается: репрезентативностью исходных статистических выборок транспортно-логистических данных о цепочках поставок в крупных промышленных холдингах; корректным использованием в обработке информации о цепочках поставок методов математической статистики и теории принятия решений; использованием современного программного обеспечения.

**Научная и практическая значимость** заключается в разработке инструментария эффективного планирования и управления цепочками поставок, позволяющего реализовать процедуру генерации оптимальных целевых схем поставок для определения вероятности их реализации в требуемые сроки и с действенным распределением финансовой ответственности за изменение

параметров поставки между основными операторами-участниками. Предлагаемое использование смарт-контрактов на базе технологии «блокчейн» для определения текущего статуса поставки способно существенно сократить возможности «непрозрачных» транспортно-логистических схем, повысить показатели качества поставок, а также снизить их стоимость. Практическая реализация разработанных моделей планирования и управления целевыми схемами поставок и определения справедливой цены в цепочках поставок позволят сформировать оптимальные решения в виде системы временных и стоимостных параметров (бонусов и штрафов) для всех операторов-участников транспортно-логистического процесса.

**Реализация выводов и рекомендаций работы.** Основные положения диссертации использованы в ТОО «Торгово-транспортная компания», входящей в структуру АО «Национальная атомная компания «Казатомпром» (Республика Казахстан) при создании модели планирования, управления и выбора оптимальных целевых схем цепочки поставок и в Акционерном обществе «Самрук-Энерго» (Республика Казахстан) при формировании модели определения справедливой цены в многоуровневой логистической системе управления транспортными операциями, что подтверждается соответствующими актами внедрения.

**Апробация работы.** Результаты работы докладывались и обсуждались на Международных научных симпозиумах - «Неделя горняка» (2020-2022 гг.).

**Публикации.** Материалы диссертации опубликованы в 4 научных работах, в том числе в 3-х изданиях, рекомендованных ВАК РФ и одна работа из перечня изданий, индексируемых в международной цитатно-аналитической базе Scopus.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка из 171 наименований и представлена на 175 страницах, включая 66 рисунков, 11 таблиц.

# 1. ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

## 1.1. Теоретико-информационный анализ эффективности создания рыночного 4PL-оператора на базе транспортно-логистического подразделения промышленного холдинга

Предлагаемое исследование является инновационным и раскрывает комплексную трансформацию логистической службы крупного промышленного холдинга в профессионального 4PL-провайдера услуг [171]. Именно 4PL-провайдер является целевой моделью любого транспортно-складского подразделения, так как оно становится не только центром расходов, но и центром доходов, позволяя генерировать дополнительную прибыль и повышать капитализацию крупного промышленного холдинга.

В литературе можно найти множество исследований, доказывающих важность логистических процессов, рассматривающих подходы к оптимизации затрат, повышению производительности ресурсов. Однако, вопросы целостного подхода, на основании которого руководители промышленного холдинга вместе с руководителями логистики могут разработать комплексную программу действий по оптимизации логистического подразделения остаются недостаточно изученными [6,10,11,13,14,28,56,58,71,118].

В этой связи данное исследование нацелено на достижение баланса интересов собственников промышленных холдингов, которые стараются совмещать экономические выгоды с ростом капитализации компании и ее устойчивости на рынке [152,154,167].

В работе сделана попытка показать альтернативные варианты трансформации логистической системы промышленных предприятий, базирующихся не только на передачи логистических функций в аутсорсинг сторонним компаниям, способным обеспечить более экономичный тариф [35,55,138]. При этом, широко известны

случаи, когда подобные шаги давали эффект лишь в краткосрочной перспективе, а в дальнейшем сторонний логистический оператор или прекращал свое существование, или начинал пользоваться своим монопольным положением, или переживал какие-либо внутренние сложности, влияющие на сервис и стоимость предоставляемых услуг.

Анализ существующих проблем транспортно-логистических процессов и определение их непосредственного влияния на производственные процессы позволил выявить ряд базовых причин низкой эффективности цепочек поставок (рисунок 1.1) [4,7,15,32,150].



Рисунок 1.1 – Определение влияния основных проблем транспортной логистики на производственные процессы предприятия

На первом этапе исследования проведен обзор инструментов совершенствования логистической компании промышленного холдинга [153,157]. Основная часть исследования включает в себя детализированное описание применяемых инструментов (проектов) совершенствования логистической компании промышленного холдинга. По сути, набор предлагаемых проектов является стратегией трансформации логистической компании в частности и всей

логистической системы холдинга в целом [57,74]. Исторически сложилось, что собственная логистика промышленных предприятий обходится владельцам дороже, чем услуги сторонних компаний. Одной из причин такого состояния дел является простой ресурсов ввиду неравномерности транспортной работы и отсутствие сторонней загрузки свободных ресурсов. Второй причиной является низкая эффективность самих логистических процессов.

Представленные в работе проекты можно разделить на два крупных блока. Первый блок включает в себя пять основных инструментов (проектов) и направлен на повышение внутренней эффективности логистической компании. Этот подход к оптимизации был заимствован из проектов Э.Голдратта, который перед глобальным расширением бизнеса сначала повышал эффективность в рамках имеющихся объемов. Этот же принцип отстаивает и другой гуру бизнес-консультирования И.Адизес. Прежде чем сделать большой шаг вперед, нужно получить крепкую опору [17,29,121].

Проект №1 является фундаментальным и направлен на построение эффективной организационно-управленческой структуры. Причем, разрабатываемая и внедряемая структура должна быть матричной, т.е. обеспечивать бесперебойность в обеспечении имеющихся заказчиков и параллельно быть способной реализовывать проекты развития. Основные результаты первого проекта заключаются в распределении функционала сотрудников, понимании зон ответственности и организации проектного управления [31].

Проект №2 направлен на четкое распределение ответственности и регламентирование транспортно-логистических процессов. Регламенты необходимо прописывать на операционном уровне с указанием всех документов и информации, которые сопровождают действия сотрудников, с указанием сроков, в которых эти действия должны выполняться [137]. При этом регламенты должны описывать как внутренние процедуры работы отделов, так и процессы взаимодействия с сопряженными отделами. На основании регламентной базы отделом управления персоналом должны быть подготовлены должностные

инструкции. Для поддержания регламентной базы в актуальном состоянии в крупных холдингах и компаниях создаются целые отделы, поддерживающие изменения и отслеживающие выполнение регламентов.

Проект №3 позволяет организовать эффективное бюджетирование компании за счет нормирования как трудозатрат и численности, так и потребности в материалах, исходя из планируемых объемов работ. Впоследствии план-фактный анализ на основании нормативной базы ляжет в основу системы мотивации персонала [75]. Другим, не менее важным эффектом данного проекта является возможность финансового планирования исходя из реальной, а не бюджетной потребности в материалах. Иначе, в случае повышения транспортно-логистической составляющей в структуре выполняемых работ руководители подразделений начинают требовать сверхлимитные средства, поиск которых, зачастую, происходит в авральном режиме.

Проект №4 является базой для создания мотивационного климата в коллективе. После построения структуры управления, разработки регламентной базы, обучения персонала обозначенным правилам работы необходима эффективная мотивация сотрудников. Мотивация является одной из основ, на которых строится эффективный бизнес. При этом важно учитывать, что мотивация не должна строиться только на основе штрафов и административного воздействия, а также не должна быть очень сложной и непрозрачной или субъективной [158].

Проект №5 направлен на повышение уровня автоматизации технологических процессов в компании [16,18,87].

Второй блок включает в себя проект, направленный на создание 4PL-оператора. Наличие данного проекта увязывает внутреннее развитие логистики с выходом на внешние рынки и направлено на создание прибыльной логистической компании, которая является самодостаточной с точки зрения финансирования и инвестиций. Именно создание 4PL-оператора является решением существующей проблемы поиска баланса экономической составляющей и рисков зависимости от рыночных логистических операторов [65].

В результате реализации проекта будут достигнуты и дополнительные эффекты, заключающиеся в сокращении уровня запасов по всей цепочке поставок за счет регулирования партий поставок.

На следующем этапе исследования рассмотрены вопросы эволюции организации эффективной системы логистики и формирования портфеля проектов развития транспортно-логистической системы промышленных холдингов.

Транспортно-логистическая система рассматриваемого промышленного холдинга, как самостоятельное направление, начала зарождаться в 2006 г., когда было решено вывести на аутсорсинг две крупные перевалочные базы, через которые происходило обеспечение основным сырьем добывающих дочерних предприятий, а также транспортных подразделений двух рудников. Созданная транспортная компания (ТК) начала обслуживать добывающие предприятия на основании договорных отношений.

Главными задачами работы ТК были обеспечение бесперебойности работы добывающих предприятий, централизация логистики, обеспечение обслуживания постоянно увеличивающихся объемов производства.

В рамках этого периода были получены следующие эффекты от аутсорсинга: произведена инвентаризация транспортных активов, а также зданий и сооружений для хранения и перевалки; централизован и частично оптимизирован штат складских и транспортных сотрудников.

Несмотря на то, что транспортные активы находились в изношенном состоянии, удалось из лишней техники создать ремонтный оборотный фонд и получить уверенность в том, что необходимые объемы перевозок товарно-материальных ценностей (ТМЦ) на ближайшее время будут выполнены без срывов.

Параллельно планируемые объемы перевозок были возложены на имеющийся парк транспортных средств с учетом перспектив его жизнеспособности и составлена программа обновления парка. Во многом это был прорыв, так как руководство компании обратило внимание на требования транспортной логистики и был составлен план ее финансирования.

Однако первый этап эволюции лишь обозначил контуры высокоэффективного логистического оператора, при этом, впереди было еще много трудных задач. Самая главная из них – это повышение внутренней эффективности управленческих и эксплуатационных процессов, так как себестоимость логистических услуг в ТК была значительно выше рыночной [102].

Необходимым начальным условием для предлагаемых преобразований послужили факторы конкурентоспособности компании: наличие производственной базы непосредственно в регионах, где происходит развитие добывающих предприятий; кадровый потенциал на уровне, соответствующем требованиям настоящего времени; качество предоставляемых услуг; имидж предприятия [127].

Наряду с этим, в компании имелись и слабые стороны, отрицательно влияющие на преобразования, а именно: крайне неудовлетворительное состояние автомобильных дорог; недостаточная мощность складских хозяйств, связанная с высокими темпами строительства и ввода в эксплуатацию новых добычных предприятий, а также ростом объемов производства существующих добычных предприятий; сложно прогнозируемый рост цен на основные материалы, ГСМ, запасные части и, как следствие, возможное увеличение себестоимости; слабая подготовка молодых специалистов; низкий, по сравнению с добычными предприятиями, находящимися и строящимися в регионе, уровень заработной платы; значительный износ основных средств, прежде всего автомобильного парка, парка дорожно-строительных механизмов и тягового подвижного состава и, как следствие, высокая себестоимость оказываемых услуг.

Результатом проведенных преобразований явился промышленный холдинг, состоящий из следующих структурных и обособленных подразделений и компаний: управляющая компания (УК), отвечающая за эффективность деятельности холдинга в целом; территориально удаленные друг от друга производственные дочерние зависимые общества (ДЗО); компании, обслуживающие дочерние зависимые общества, в том числе транспортно-складская компания (ТСК). Проведенный анализ организационно-управленческой

эффективности функционирования транспортно-логистического обеспечения позволил выявить ряд недостатков предложенной модели (рисунок 1.2, 1.3).

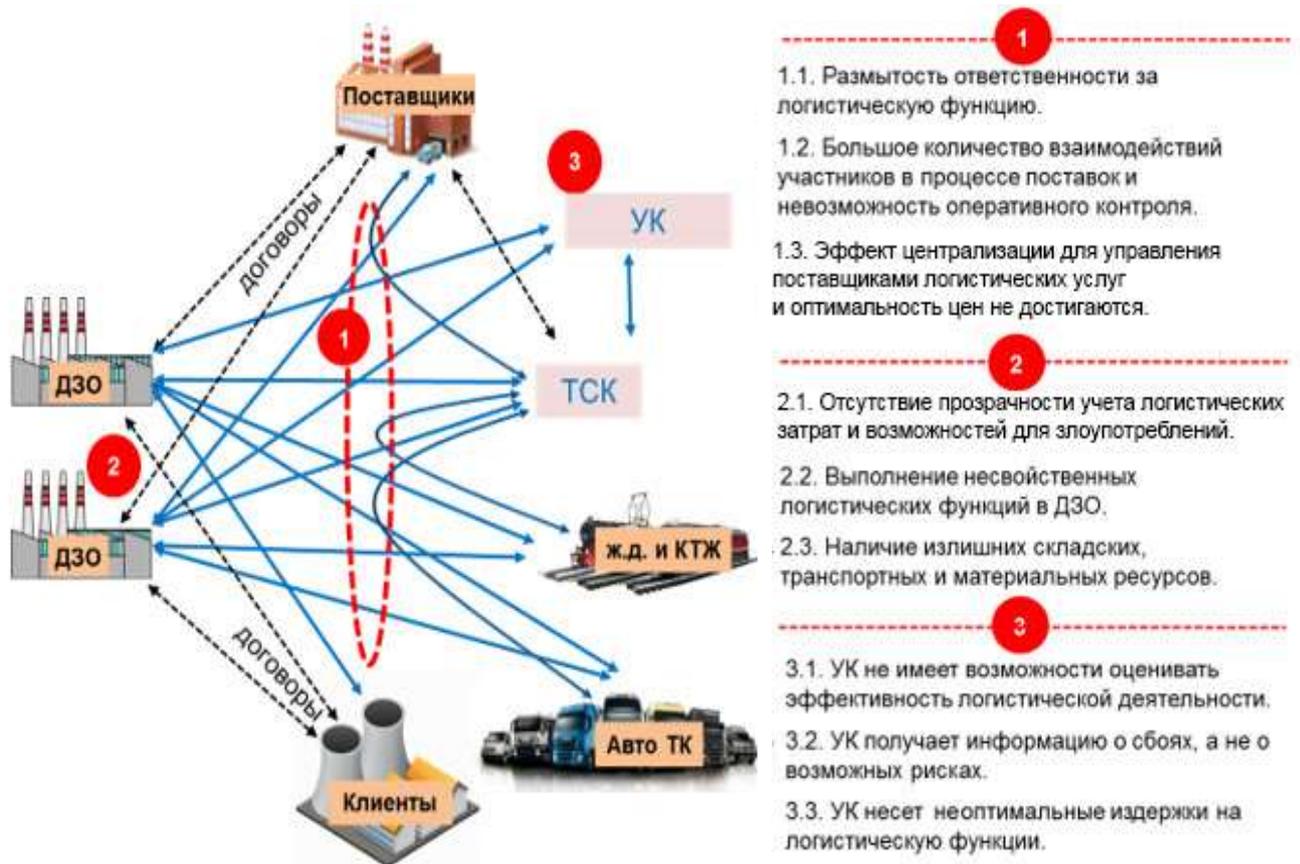


Рисунок 1.2 – Исходная модель логистического обеспечения крупного промышленного холдинга

Реализация вышеуказанных проектов и анализ выявленных недостатков позволили разработать целевую модель «4PL» оператора [8,36,159,160], состоящую из управляющей компании, отвечающей за эффективность деятельности холдинга в целом, территориально удаленные друг от друга производственные и обслуживающие дочерние зависимые общества (рисунок 1.4, 1.5, 1.6), а также сформировать основные направления оптимизации функционирования транспортно-логистической деятельности ДЗО (рисунок 1.7).

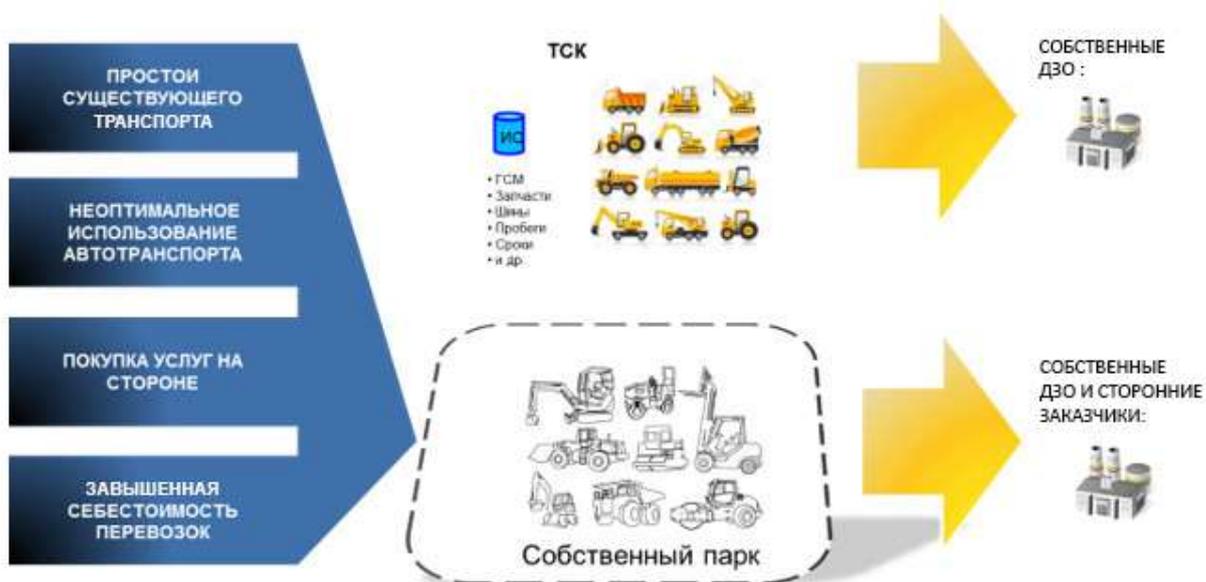


Рисунок 1.3 -- Исходная модель транспортного обеспечения промышленного холдинга



Рисунок 1.4 – Приоритетная модель транспортного обеспечения промышленного холдинга



Рисунок 1.5 – Приоритетная модель складского хозяйства промышленного холдинга

### Ключевые установки деятельности 4PL:

- ❑ «ОДНО ОКНО»
- ❑ «ТОЧНО В СРОК»
- ❑ «ОТ ДВЕРИ ДО ДВЕРИ»
- ❑ «УПРАВЛЕНИЕ ПАРТИЯМИ»
- ❑ «ИТ-ИНТЕГРАЦИЯ С УЧАСТНИКАМИ ЦЕПИ ПОСТАВОК»
- ❑ «АЛЬЯНСЫ С ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПАРТНЕРАМИ»
- ❑ «ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПАСОВ «В ПУТИ»
- ❑ «ОПТИМИЗАЦИЯ ВНУТРЕННИХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ»
- ❑ «АДАПТАЦИЯ К НОВЫМ ТРЕБОВАНИЯМ ЗАКАЗЧИКОВ»
- ❑ «ОПТИМИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ»

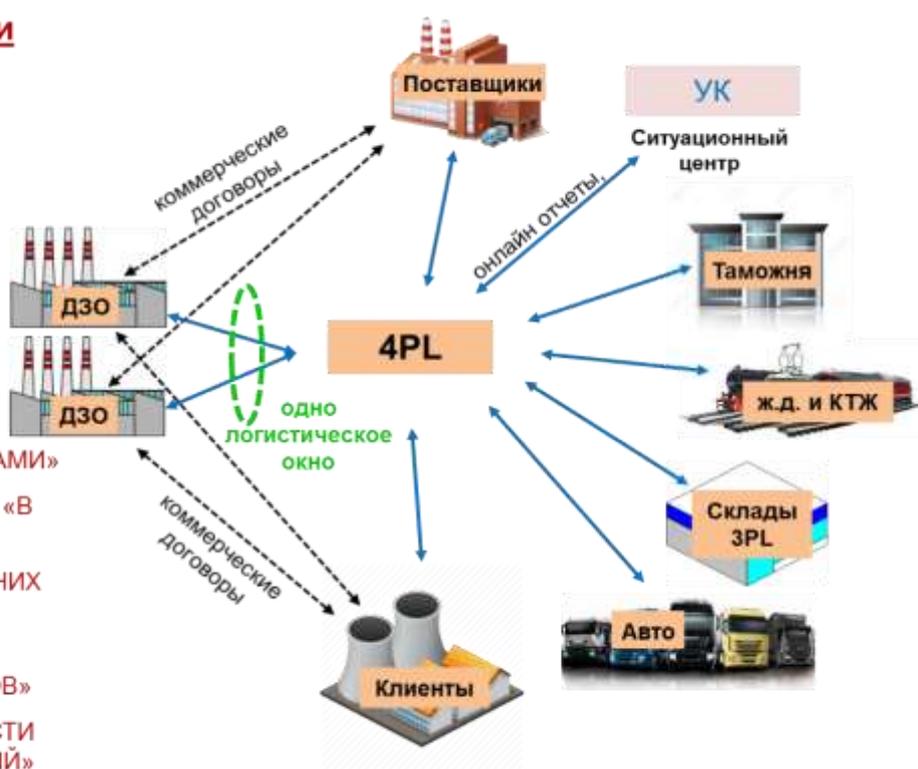


Рисунок 1.6 – Приоритетная модель логистики промышленного холдинга



Рисунок 1.7 – Основные направления оптимизации функционирования и выгоды ДЗО

Анализ мирового опыта организации эффективной системы логистики позволил определить несколько перспективных методов, используемых различными промышленными предприятиями, являющимися мировыми лидерами в своих отраслях (таблица 1.1). В результате сравнительно-сопоставительного анализа основных предпосылок и базовых условий применения управленческих методов организации транспортно-логистических услуг на предприятии, был выбран приоритетным метод создания собственного 4PL-оператора, ввиду того, что в рамках компании существует большое количество совместных предприятий, являющихся потенциальными заказчиками транспортно-логистических услуг, а также, это дает потенциальную возможность быть независимыми от рыночных операторов и исключить риски зависимости от конкретного транспортного оператора при перевозке ТМЦ [20,23,25,73,74]. Дальнейшие преобразования компании в сфере создания рыночного 4PL-оператора на базе логистического подразделения промышленного холдинга состояли из следующих методов и моделей [130,163,164].

Таблица 1.1 – Анализ основных предпосылок и условий применения методов организации транспортно-логистических услуг

№	Метод	Условия и предпосылки применения метода на промышленном предприятии
1	Создание внутреннего транспортно-логистического подразделения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ручной режим управления транспортной логистикой;</li> <li>- отсутствие коммерческих объемов на стороне и коммерчески-ориентированного персонала в транспортной логистике;</li> <li>- стабильные объемы производства и транспортировки продукции;</li> <li>- отсутствие навыков формирования матричной системы организации и управления.</li> </ul>
2	Инсорсинг	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие прозрачности учета и недостаточная мотивация логистического персонала;</li> <li>- наличие множества внутренних заказчиков;</li> <li>- высокая степень зависимости от транспорта и требования к независимости от внешних транспортно-логистических операторов;</li> <li>- излишние собственные транспортно-складские ресурсы и высокий уровень транспортно-логистического и эксплуатационного персонала.</li> </ul>
3	Аутсорсинг	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокая конкурентная среда на рынке транспортных услуг и низкая эффективность управления собственными активами;</li> <li>- недостаточная прозрачность существующего учета;</li> <li>- возможность рисковать зависимостью от внешних транспортно-логистических операторов.</li> </ul>
4	Собственный 4PL-оператор	<ul style="list-style-type: none"> <li>- большое количество внутренних заказчиков;</li> <li>- большое количество участников в цепочке поставок;</li> <li>- наличие существенных (но не избыточных) транспортно-логистических ресурсов;</li> <li>- требуемый баланс минимизации зависимости от внешних транспортно-логистических операторов и собственных транспортно-логистических затрат;</li> <li>- наличие профессионального транспортно-логистического персонала в области планирования, юриспруденции и экономики;</li> <li>- наличие навыков формирования матричной системы управления в транспортной логистике.</li> </ul>

## **1.2. Анализ эффективности применения инновационных методов совершенствования управления транспортно-логистической системой промышленного холдинга**

Первостепенной задачей совершенствования управления транспортно-логистической системой крупного промышленного холдинга стало формирование матричной организационно-управленческой структуры транспортно-логистической компании с целью повышения эффективности текущей деятельности и возможностей реализации перспективных тенденций развития компании в области транспортной логистики. В мировой практике существуют определенные установки в выстраивании матричной организационно-управленческой структуры. Исходя из основных предпосылок теории организации и управления, прямое подчинение руководителю должно быть не более 5-7 человек, при этом 95% коммуникаций директора в компании должны строиться именно на общении с семью (или пятью-шестью) менеджерами, отвечающими за свои направления. Кроме того, руководитель должен мотивировать и контролировать только показатели этих менеджеров/заместителей/начальников департаментов, не опускаясь на следующий уровень управления. В компании должно быть не более четырех уровней управления. То есть, во всей компании может быть не более четырех руководящих/инженерных должностей по одной вертикали. Система управления должна быть матричной (рисунок 1.8). Регламентация уровня ответственности проекта создания матричной организационно-управленческой структуры предопределила необходимость создания RACI-матриц процессного управления (Responsible - Accountable- Consulted - Informed → Исполнитель - Ответственный- Консультант - Наблюдатель) для руководства и управленческого персонала компании (рисунок 1.9, 1.10) [94,114,119].

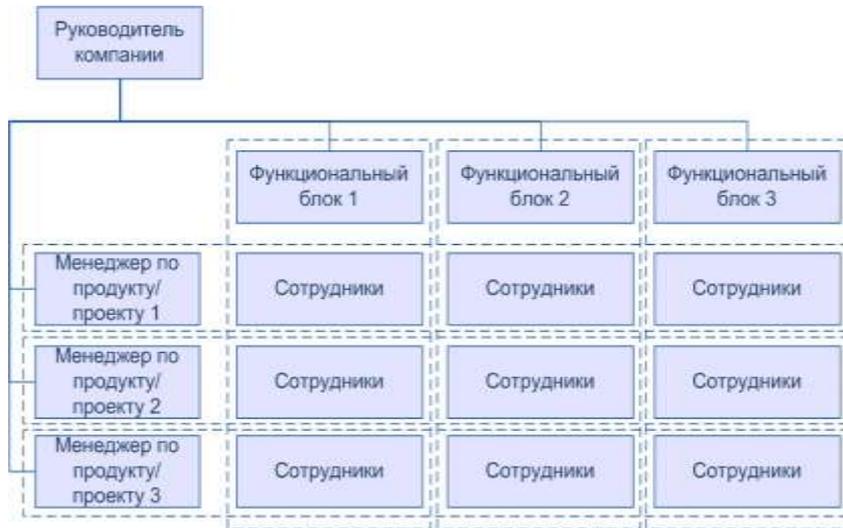


Рисунок 1.8 – Пример макета матричной организационно-управленческой структуры

Должность	Продажи	Эксплуатация	Ремонты	Финансы	Снабжение
<b>Генеральный Директор</b>	Контроль деятельности подразделений. Утверждение мероприятий по совершенствованию деятельности АТП и предприятий. Предоставление отчетов в вышестоящие структуры.				
<b>Главный инженер</b>			Контроль за состоянием и обслуживанием ОС Разработка и внедрение мероприятий по повышению эффективности ремонтов ОС и поддержания их в исправном состоянии		Совершенствование норм выдачи ТМЦ на предприятиях Разработка мероприятий по повышению качества ремонтов (в том числе, по повышению качества доставляемых з.ч.)
<b>Зам. Генерального Директора по транспортной работе</b>	Разработка мероприятий по повышению эффективности работы коммерческого отдела. Расширение сферы оказания транспортных услуг.	Разработка и контроль выполнения мероприятий по повышению качественного выполнения заявок на ТР в рамках установленных бюджетов. Достижение целевых показателей выполнения ТР	Разработка мероприятий по повышению межремонтных пробегов ТС (ответственность за ТС в процессе эксплуатации).		
<b>Зам. Генерального Директора по экономике и финансам</b>	Осуществление организации и совершенствования экономической деятельности предприятия, ускорения темпов роста производительности труда, повышение рентабельности производства и снижения себестоимости перевозок. Контроль достижения заданной себестоимости ТР. Проведение комплексно-экономического анализа производственно-хозяйственной деятельности Департамента и его подразделений.				
<b>Зам. Генерального Директора по персоналу</b>	Проведение эффективной расстановки персонала по структурным подразделениям. Обеспечение вакансий подразделений АТП и предприятий сотрудниками требуемой квалификации в рамках установленного ФОТ. Сокращение «текучки» кадров. Мотивация сотрудников. Контроль оперативной деятельности сотрудников ОТиЗ на предприятиях.				
<b>Руководитель коммерческого отдела</b>	Обеспечение транспортной работой парк ТС. Мониторинг рынка транспортных услуг.			Согласование стоимости услуг с заказчиками. Согласование договорных условий. Анализ прибыльности оказания транспортных услуг.	
<b>Главный Диспетчер</b>		Планирование рационального выполнения ТР. Формирование заданий на выполнение ТР. Расчет плановой себестоимости ТР.			

Рисунок 1.9 – Матрица распределения ответственности (RACI-матрица) руководства компании в рамках проекта создания собственного 4PL-оператора

Должность	Продажи	Эксплуатация	Ремонты	Финансы	Снабжение
Главный механик		Разрабатывает мероприятия по обеспечению безаварийной работы и исправного состояния основного технологического, вспомогательного и механического оборудования, грузовых кранов, грузоподъемных механизмов. Контролирует деятельность ОГМ на предприятиях.			Формирует сводную потребность на обновление и ремонт ресурсной базы ОГМ на всех предприятиях. Обосновывает потребность обновления и расширения ресурсной базы.
Руководитель ПЭО	Организация комплексного экономического анализа деятельности АТП и предприятий. Разработка и утверждение мероприятий по эффективному использованию материальной-ресурсной базы. Контроль рациональной хозяйственной деятельности АТП и предприятий. Контроль достижения заданной себестоимости ТР.				
Главный Бухгалтер	Контроль оформления операций и представления необходимых документов. Организация бухучета хозяйственно-финансовой деятельности АТП и предприятий. Разработка схем денежных потоков с целью минимизации налоговых рисков и затрат. Контроль выполнения бюджетов. Контроль деятельности бухгалтеров на предприятиях.				
Руководитель ИТ	Разработка долгосрочных и краткосрочных предложений по автоматизации процессов деятельности АТП и предприятий с целью сокращения документооборота, удобства обработки данных, сокращения влияния человеческого фактора (в рамках программы развития). Содержание ИТ инфраструктуры в соответствии с разработанными требованиями по автоматизации.				
Руководитель юридического отдела	Юридическое сопровождение административно-производственной деятельности, сопровождение и контроль договорной деятельности. Контроль соблюдение законодательства во всех разрабатываемых документах АТП и на предприятиях.				
Руководитель ОТиЗ	Разработка новых норм трудовых затрат на отдельных работах, согласно специфики производства. Организация рабочих мест персонала. Разработка и совершенствование системы мотивации персонала. Разрабатывает и внедряет мероприятия по совершенствованию методов организации труда с целью повышения производительности труда и эффективности производства. Разрабатывает социальные проекты. Контроль деятельности работников ОТиЗ на предприятиях.				
Руководитель кадрового отдела	Разработка мероприятий по сокращению текучки персонала. Обеспечение вакансий АТП и предприятий кадрами в соответствии с профессиональными требованиями в рамках обозначенного ФОТ.				
Руководитель отдела БиОТ	Разрабатывает мероприятия по созданию и обеспечению безопасных условий труда, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний в соответствии с Системой Управления безопасности и охраны труда, приказами и распоряжениями АТП и другими нормативными документами по охране труда. Плановое доведение БиОТ до уровня международных стандартов.				

Рисунок 1.10 – Матрица распределения ответственности (RACI-матрица) управленческого персонала компании в рамках проекта создания собственного 4PL-оператора

Объективная необходимость проведения быстрых и эффективных организационно-управленческих и технико-технологических изменений с максимальным использованием компетенций кадрового потенциала предприятия, а также анализ потенциальных интеграционных возможностей различных аспектов транспортно-логистической деятельности в разрезе реализуемых проектов позволили сформировать функциональные модели матрицы разделения административных задач управления (РАЗУ) в производственных процессах эксплуатации (рисунок 1.11), а также технического обслуживания и ремонта транспортных средств (рисунок 1.12) [131,133,134,135].

Граница процесса	Процесс	Граница процесса	Функции	Участники
Заявки на ТР	Планирование (маршрутизация)	Задание на выполнение ТР (приложение к путевому листу)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Получение заявок на ТР</li> <li>Получение разрядки по состоянию ТС</li> <li>Формирование рациональных маршрутов</li> <li>Согласование графиков ПРР</li> <li>Формирование заданий на выполнение ТР и отправка на предприятия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Заказчики ТР</li> <li>Диспетчерская АТП</li> </ul>
Задание на выполнение ТР	Выпуск ТС на линию	Путевой лист + приложение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Получение заданий на ТР</li> <li>Определение ТС и водителей для выполнения ТР</li> <li>Формирование путевых листов</li> <li>Контроль выпуска водителя и ТС на линию</li> <li>Утверждение путевого листа и выход на линию</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Диспетчерская предприятия</li> <li>Водитель</li> <li>Врач, Контролер КТП</li> </ul>
Путевой лист + приложение	Контроль выполнения ТР	Факт выполнения ТР (Путевой лист + приложение)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Заполнение маршрутного листа в процессе выполнения ТР (мониторинг автоматизированными средствами)</li> <li>Информирование по изменению параметров маршрута</li> <li>Фиксирование сбоев и определение последствий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Водитель</li> <li>Заказчик</li> <li>Диспетчер предприятия</li> <li>Диспетчер АТП</li> </ul>
Информация о сбоях выполнения ТР	Регулирование (корректировка) выполнения ТР	Измененный план выполнения ТР (приложение)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Получение информации об изменениях плана выполнения ТР</li> <li>Определение последствий и принятие решений по корректировке плана, с целью минимизации рисков качества выполнения ТР и затратности</li> <li>Учет сбоев выполнения ТР и определения причин</li> <li>Анализ повторяющихся сбоев и разработка мероприятий по их сокращению</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Водитель</li> <li>Диспетчер предприятия</li> <li>Диспетчер</li> </ul>
Путевой лист + приложение	Завершение выполнения ТР (закрытие путевого листа)	Заполненный путевой лист + приложение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прохождение технического и профилактического осмотра ТС и водителя</li> <li>Постановка ТС на стоянку</li> <li>Сдача заполненного путевого листа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Диспетчерская предприятия</li> <li>Водитель</li> <li>Врач</li> <li>Контролер КТП</li> </ul>
Заполненный путевой лист + приложение	Учет и контроль выполнения ТР	Информация в ИС для расчета КПЭ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Контроль качества заполнения путевого листа и приложения</li> <li>Фиксирование сбоев выполнения ТР</li> <li>Занесение данных в ИС</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Диспетчер</li> </ul>

Рисунок 1.11 – Функциональная модель матрицы (РАЗУ) процесса эксплуатации транспортных средств

Граница	Процесс	Граница	Функции	Участники
План ТР	Годовое планирование ТО и ремонтов	План-график ТО и ремонтов	<ul style="list-style-type: none"> <li>Получение годового плана выполнения ТР</li> <li>Планирование количества и сроков выполнения ТО и ремонтов</li> <li>Распределение выполнения ТО и ремонтов в зависимости от мощностей ремонтной базы</li> <li>Составление и согласование плана-графика ТО и ремонтов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Главный инженер предприятия</li> <li>Начальник АРМ</li> <li>Главный инженер УТК</li> </ul>
Годовой план-график	Месячное планирование ТО и ремонтов	Месячный план-график ТО и ремонтов	<ul style="list-style-type: none"> <li>Составление и согласование месячного плана-графика, с учетом необходимых изменений</li> <li>Дробление плана-графика до начальников колонн и механизмов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Начальник АРМ</li> <li>Начальники колонн</li> <li>Главный инженер УТК</li> </ul>
Месячный план-график ТО и ремонтов	Выполнение плановых ТО и ремонтов	Технологическая карта выполнения ТО и ремонтов	<ul style="list-style-type: none"> <li>Постановка ТС и проведение запланированных ТО и ремонтов</li> <li>Занесение в журнал ремонтов время постановки и выхода из ремонта</li> <li>Занесение расходных ТМЦ в журнал установки и в технологическую карту</li> <li>Составление и подписание технологической карты по проведению ТО и ремонта</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Водитель</li> <li>Механик АРМ</li> </ul>
Потребность выполнения ремонта	Проведение диагностики ТС	Дефектная ведомость	<ul style="list-style-type: none"> <li>Постановка ТС на диагностику в случае возникновения потребности</li> <li>Проведение диагностики ТС</li> <li>Составление дефектной ведомости</li> <li>Утверждение дефектной ведомости</li> <li>Передача утвержденной ведомости снабженцу</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Водитель</li> <li>Начальник АРМ</li> <li>Механик АРМ</li> </ul>
Дефектная ведомость	Выполнение внеплановых ремонтов	Технологическая карта выполнения ремонта	<ul style="list-style-type: none"> <li>Постановка ТС в ремонт и проведение ремонта</li> <li>Занесение в журнал ремонтов время постановки и выхода из ремонта</li> <li>Занесение расходных ТМЦ в журнал установки и в технологическую карту</li> <li>Составление и подписание технологической карты по проведению ТО и ремонта</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Водитель</li> <li>Начальник АРМ</li> <li>Механик АРМ</li> </ul>
Первичная документация	Учет данных выполнения ТО и ремонтов	Данные в ИС для расчета показателей	<ul style="list-style-type: none"> <li>Занесение данных в ИС из дефектных ведомостей о выявленных потребностях</li> <li>Занесение данных из журнала учета ремонтов</li> <li>Занесение данных из журнала списания ТМЦ</li> <li>Занесение данных о фактах проведения ТО и ремонтов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Техник по учету</li> </ul>

Рисунок 1.12 – Функциональная модель матрицы (РАЗУ) процессов технического обслуживания и ремонта транспортных средств

Формирование матриц распределения ответственности и моделей разделения административных задач позволили определить подходы к оптимизации и регламентации транспортно-складских бизнес-процессов логистической компании.

Целью данной задачи является сокращение влияния человеческого фактора и минимизация случаев дублирования и отсутствия ответственности при выполнении функций транспортной логистики.

Оптимизацию и регламентацию бизнес-процессов можно осуществить путем разработки регламентной базы – «как должно быть» без погружения в специфику текущих процессов на основании теории, лучших мировых практик и изучения процессов компании «как есть». При этом, появляется возможность наложить на существующие процессы новые методы работы и лучшую практику, что позволит получить синтез устоявшихся и новых транспортно-логистических методов работы. При анализе текущей ситуации «как есть» необходимо осуществить структуризацию процессов на всех уровнях управления, включая операционный. Для описания процессов можно использовать различные популярные нотации (EPC, IDEF0 и другие), а можно принять собственные правила описания. Главное, чтобы при описании процессов на различных уровнях были обозначены главные участники процессов, а также информационные потоки. После того как процессы будут описаны, появляется возможность выявления лишних связей между подразделениями, которые приводят к потере времени и качества выполнения работ. Далее при анализе ситуации «как есть» нужно определить узкие места, убрать ненужные связи и согласования. Проведенный анализ позволяет осуществить переход к этапу разработки регламентной базы «как будет».

Решение задачи оптимизации позволяет определить основные направления повышения эффективности использования и качества планирования потребности материально-технических ресурсов (МТР).

Целью данного этапа является определение возможности финансового планирования закупок МТР, сокращение перерасхода МТР, сокращение рисков хищений и злоупотреблений.

Сложившаяся практика списания материалов, в первую очередь на транспортные средства, была основана на принципах аккумулярования и распределения денежных средств по транспортному подразделению в целом. В такой постановке любая экономия бюджета уходила к руководству и влекла за собой сокращение бюджета на следующие периоды. Такой подход к планированию потребности МТР предопределяет наличие рисков перерасхода средств, когда компания несет прямые убытки в связи с замораживанием средств в запасах, закупленных сверх потребности, нехватки выделенного лимита и срыва выполнения плана перевозки. Эти проблемы возникают в ситуации, когда объем грузопотока возрастает и/или структура грузопотока меняется в сторону удорожания, а лимит финансирования транспортной логистики выделяется на прежних основаниях. Величину обеих рисков можно нивелировать, наладив систему планирования потребности в материалах, основываясь на нормировании и планировании складской и транспортной работы.

Планирование объемов транспортной работы возможно реализовать по типам используемого транспорта. Для решения данного вопроса необходимо структурировать парк транспорта по видам перевозок и определить, какой вид транспортной работы будет браться за основу для планирования затрат. Очевидно, что для легкового и грузового транспорта следует опираться на километры, поскольку именно пробег влияет на количество потраченного ГСМ, износ запчастей, шин, сроки проведения ТО и т.д. Для большинства спецтехники таким показателем может являться моточас или машино-час.

Службе эксплуатации необходимо планировать транспортную работу в заданных единицах измерения по каждой единице техники, что станет первым и главным шагом для планирования потребности в МТР и затрат.

При этом, нормирование расходования материалов должно производиться исходя из объемов транспортной работы. Получив объемы транспортной работы, планово-экономическая служба должна рассчитать, какое количество материалов потребуется для обеспечения нужного количества перевозок. В первую очередь собирается информация об имеющемся парке транспортных средств, а именно:

фактический расход ГСМ; сроки эксплуатации; паспортные данные по расходу ГСМ; грузоподъемность; типы выполняемых перевозок/транспортной работы; наличие и исправность спидометрового оборудования; наличие и исправность GPS-оборудования; наличие прочего оборудования, влияющего на расход топлива; прочие характеристики ТС. В дальнейшем, необходимо разработать методику нормирования расхода ГСМ, которая должна определять, какие именно данные лягут в основу норматива и для какого вида техники должны применяться поправочные коэффициенты. Поправочные коэффициенты вводятся для различных условий эксплуатации транспорта (зима, лето, городские перевозки, междугородные перевозки, горная дорога, равнинная дорога, загруженность транспорта).

После этого необходимо определить фактические значения нормативов в привязке к каждой единице транспорта следующим образом: проведение фактических замеров расхода топлива; определение данных GPS оборудования; использование паспортных данных по расходу топлива; использование законодательных постановлений и локальных нормативно-правовых актов. После получения данных необходимо провести нормирование исходя из согласованной методики и зафиксировать тариф для каждой единицы транспорта. Сформированная система нормативов и методика определения плановых затрат предопределяет необходимость автоматизированной обработки информации и внедрения автоматизации процедур планирования. Для осуществления планирования в информационную систему необходимо занести справочники транспортных средств. Для каждого транспортного средства заносится норматив и перечень поправочных коэффициентов, а также правила, по которым эти коэффициенты должны применяться. Внесенные сведения позволяют вычислять плановую потребность во всех материалах, необходимых для осуществления перевозки.

Таким образом, автоматизация складской, транспортной и управленческой деятельности на базе внедрения TMS, WMS и автоматизации бюджетирования является обязательным элементом работы компании. Для транспортно-

логистического оператора – это, прежде всего, работа склада и транспорта. Многие компании стараются автоматизировать логистические процессы на базе имеющейся корпоративной информационной системы (КИС) путем ее доработок [19,50]. Такая ситуация применима во внутренних логистических подразделениях предприятий, но в отдельной транспортно-складской компании это неприемлемо. В данном случае требуется внедрение профессиональных транспортных и складских систем и их интеграция с КИС, в которой ведутся финансовые, юридические и кадровые вопросы. Для автоматизации складской деятельности на рынке существует большое количество систем управления складом – (WMS), а для транспортной логистики – систем управления перевозками (TMS) (рисунок 1.13) [88,95,101].

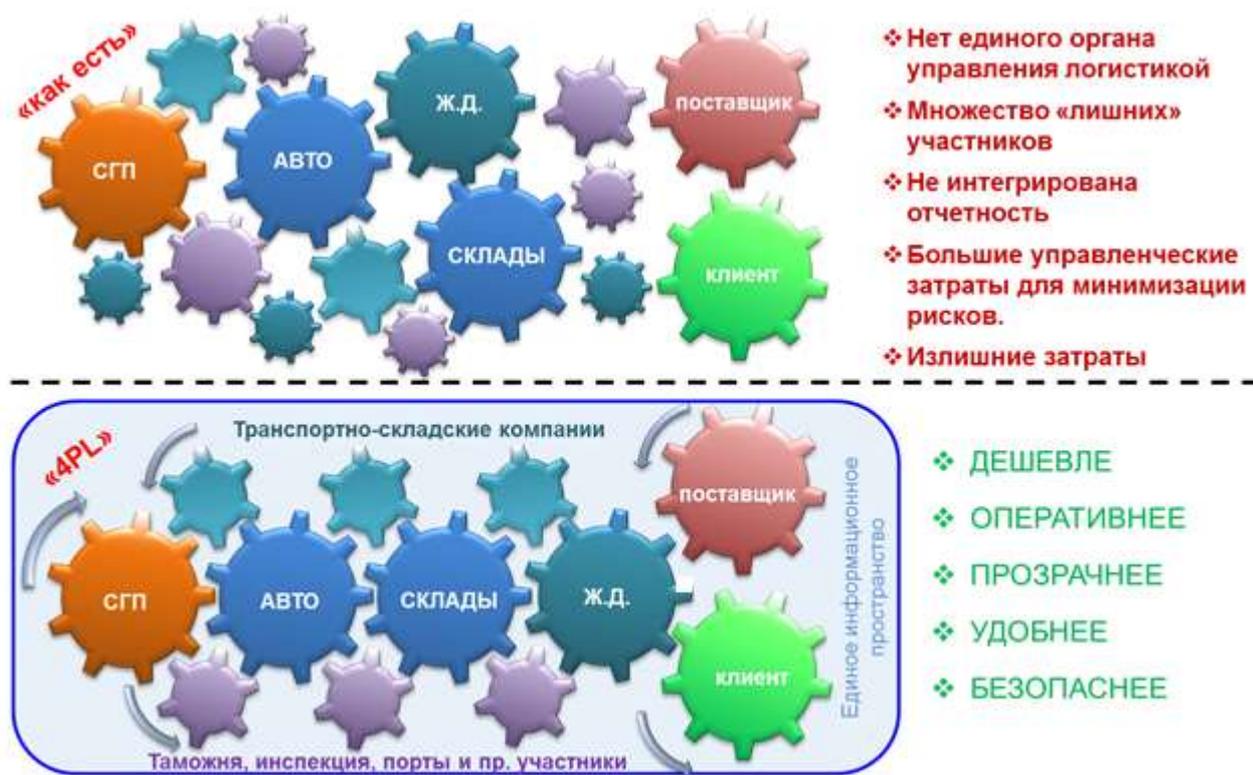


Рисунок 1.13 – План внедрения систем управления перевозками (TMS) в транспортно-логистической компании

На базе сформулированных проектных целевых ориентиров и задач транспортно-логистической системы, а также с учетом уровня автоматизации предприятия была решена задача выбора информационной системы для

автоматизации транспортно-логистической и складской деятельности (рисунок 1.14). Комплекс требований к информационной системе, а также оценка соответствия функционала бизнес-процессам были разработаны на основе формализации основных бизнес-процессов, определении уровня их значимости («критичные бизнес-процессы»), а также специфических особенностей функционирования и конкурентных преимуществ предприятия [37,39,40].

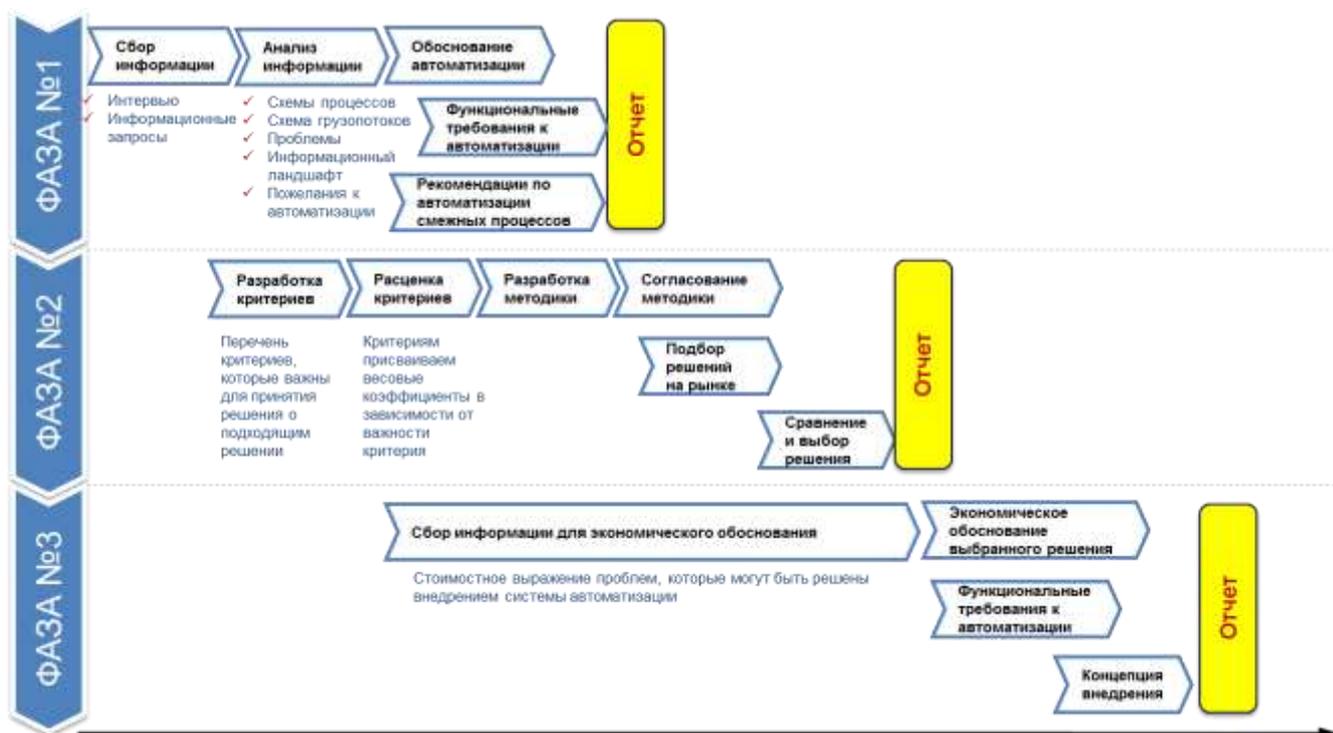


Рисунок 1.14. – Основные типовые этапы решения задачи выбора информационной системы для автоматизации транспортно-логистической и складской деятельности

Проведенные исследования позволили разработать и внедрить в компании проект создания 4PL-оператора на базе логистического подразделения промышленного холдинга.

Целями реализации данного проекта являются: интеграция всех участников цепочки поставок в едином информационном поле и управление ими в интересах компании в целом; комплексное управление затратами всей цепочки поставок для достижения максимальной финансовой выгоды; привлечение дополнительных объемов грузообработки и повышение оборота компании.

В результате реализации данного проекта транспортно-логистическая компания должна выйти на приемлемый уровень прибыльности на имеющихся объемах перевозок, получить средства на обновление и приведение в приемлемое состояние ресурсной базы, а также оптимизировать стоимость логистических услуг для заказчиков. Достигнув определенных результатов внутренней оптимизации, компания получает уникальную возможность расширить свое влияние на внешних участников цепочки поставок, что позволит оптимизировать стоимость привлекаемых сторонних заказчиков.

Организация 4PL оператора на базе существующей логистической компании промышленного предприятия – это амбициозный и масштабный проект, в рамках которого необходима полноценная централизация управления транспортом и складом предприятий холдинга, а далее, разработка методов управления цепочкой поставок по принципу расчета общих затрат «total costs».

Данный блок работ является ключевым во всем проекте, так как его реализация несет в себе экономический потенциал, которого невозможно достичь в рамках обычного аутсорсинга транспортно-логистической деятельности.

Важным элементом «total costs» является возможность управлять партиями поставок [12,24]. Логистическая компания, не занимаясь непосредственно закупками сырья и материалов, должна стремиться оказывать влияние на партии поставок, которые отгружает поставщик, пытаясь сократить объем замороженных средств в пути и на складах. Имея представление о том, когда и сколько товара от какого поставщика нужно доставить и сколько нужных материалов находится на складах, а также величину потребности для производства, логистический оператор должен иметь полномочия согласовывать с поставщиком партии отгрузок. Как правило, никакая отдельная служба Холдинга, кроме финансового департамента, не заинтересована в сокращении замороженных оборотных средств. Наоборот, многие участники заинтересованы в том, чтобы товар отгружался как можно быстрее и как можно больше. Производственники таким образом образуют у себя излишние запасы, закупщики получают всевозможные бонусы от поставщиков и т.п. И лишь владелец компании и финансовый директор получают проблему в виде

нехватки оборотных средств. При этом финансовая служба не имеет возможность регулировать оплаты поставщикам, т.к. она не владеет всей ситуацией со сроками поставок, текущим остаткам материалов, количестве товара в пути и т.п. И вот именно в этом аспекте логистический оператор становится важнейшим элементом, который является незаменимым помощником финансовой службы и собственника в высвобождении средств, сокращении кредитных линий и в повышении плановости работы [105,148].

Проведенный анализ концептуальных подходов к созданию рыночного 4PL-оператора на базе транспортно-логистического подразделения промышленного холдинга позволил разработать комплекс рекомендаций по реализации инновационных методов совершенствования логистики крупного промышленного холдинга.

Рекомендации в сфере формирования организационно-управленческой структуры заключаются в получении отдельного эффекта, который можно напрямую привязать именно к оргструктурным изменениям – оптимизация численности персонала. Учитывая все сложности, политические риски, человеческий фактор и прочие нюансы, можно утверждать, что оптимизация структуры управления позволяет достичь экономии на ФОТ административно-управленческого персонала в размере 10–15% и 4% от общих затрат компании. При этом, внедрение подхода семи прямых подчинений позволяет руководителям более эффективно контролировать и управлять деятельностью компании. Сокращение до четырех уровней управления позволяет в различных функциональных областях деятельности компании минимизировать искажения информации при декомпозиции поставленных целей, задач и показателей эффективности.

Внедрение матричной структуры управления в логистической компании позволяет реализовать инновационные проекты развития, и является важнейшим и необходимым условием для достижения целей исследования.

Рекомендации в области регламентации и оптимизации бизнес-процессов заключаются в сокращении общих затрат в регламентируемом процессе на 5-10% за счет сокращения трудозатрат, временных потерь и роста производительности

персонала. Кроме того, существенно повышается качество управленческих решений и создается фундамент для эффективного мониторинга состояния логистических процессов и внедрения системы управления рисками. Компания с высоким уровнем регламентации становится более устойчивой на рынке. При этом, очевидно, что полноценное функционирование матричной системы управления невозможно быть без регламентации основных процессов компании. Поэтому, регламентация является необходимым условием для развития компании и реализации внутренних транспортно-логистических проектов.

Рекомендации по организации процессов планирования, нормирования и бюджетирования заключаются во внедрении системы планирования и нормирования, которая позволяет выстроить четкую систему план-фактных показателей и систему мотивации персонала, ориентированную на выполнение или экономию плановых затрат. Практика показывает, что нормирование и планирование расхода МТР дает существенный эффект, в размере 15% от затрат всей логистической компании.

При этом, система планирования и нормирования является логическим продолжением оптимизации, после построения структуры управления и произведенной регламентации деятельности.

Рекомендации в сфере формирования совокупности показателей эффективности и мотивация персонала заключаются в «очищении» компании от сотрудников, которые не разделяют ее цели и не готовы отвечать за показатели, коррелирующие с показателями стратегического развития компании. Система КПЭ и мотивации для многих сотрудников являются отличным стимулом проявлять инициативу генерируя новые прорывные решения для развития компании. Выстроенная система мотивации, без каких-либо прочих мероприятий, позволяет достичь экономии или повышения производительности на 10-15%.

Внедрение систем автоматизации складской и транспортной деятельности является финализирующим проектом, закрепляющим разработанные решения в рамках других проектов. По результатам этого проекта можно сказать, что компания стала эффективной изнутри с точки зрения затрат и качества работы, что позволяет реализовать переход к проектам, нацеленным на внешний рынок и

качественно новым показателям повышения дохода. Экономический эффект от чистой автоматизации может составлять 5-10% от общих затрат предприятия и связан он с сокращением трудозатрат персонала, сокращением документооборота и сокращением ошибок и переделок.

### **Выводы по главе 1**

1. Модели и инструменты создания рыночного 4PL-оператора на базе транспортно-логистического подразделения крупного промышленного холдинга позволяют реализовать масштабную концепцию изменений, меняющую методы работы, экономику и статус транспортной логистики.

2. В качестве базовых инструментов преобразований целесообразно использовать портфель проектов, направленных на внедрение матричной организационно-управленческой структуры транспортно-логистической компании, регламентацию основной деятельности, нормирование и планирование операционной деятельности, внедрение системы KPI и мотивации персонала.

3. Сформированные матрицы распределения ответственности (RACI-матрицы) руководства компании и управленческого персонала, а также функциональные модели матриц разделения административных задач управления (РАЗУ-матрицы) процесса эксплуатации, технического обслуживания и ремонта транспортных средств в рамках проекта создания собственного 4PL-оператора позволяют повысить эффективность использования и качества планирования потребностей в материально-технических ресурсах транспортно-логистических процессов компании.

4. Разработаны целевые модели рыночного 4PL-оператора транспортной логистики и складского хозяйства на базе которых решена задача оптимизации и регламентации транспортно-складских бизнес-процессов логистического подразделения промышленного холдинга компании путем разработки регламентных баз – «как должно быть», «как есть», «как будет».

5. Разработаны рекомендации в сфере формирования организационно-управленческой структуры, в области регламентации и оптимизации бизнес-

процессов, в сфере организации процессов планирования, нормирования и бюджетирования, в сфере формирования совокупности показателей эффективности и мотивации персонала, в области внедрения систем автоматизации складской и транспортной деятельности, направленные на выстраивание гибких оперативных отношений со всеми участниками цепочек поставок, в рамках которых будет реализована возможность быстрого реагирования на изменения в сроках доставки ТМЦ, условий формирования грузопотоков и при возникновении каких-то существенных сбоев на любом этапе поставки, своевременное принятие эффективных управленческих решений.

## 2. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПЛАНИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ЦЕЛЕВЫХ СХЕМ ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК В ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛДИНГАХ

### 2.1. Формализованная постановка задачи планирования и управления целевыми схемами поставок в промышленных холдингах

Логистика, зачастую, является самой отсталой областью деятельности промышленных предприятий, в то время как в торговых компаниях закупки, транспорт и склад являются ключевыми бизнес-процессами, которым уделяется большое управленческое внимание, выделяется финансирование и используются инновационные автоматизированные методы планирования, управления и контроля. На действующих производствах основные ресурсы сосредоточены именно на производственных процессах и производственной логистике (на технологических перемещениях грузов). Там можно увидеть и автоматизированные конвейерные системы, и современные АСУТП, и роботизированную технику [88]. Но, как только процесс выходит за границы производственного цикла, то сразу попадаем во власть ручного управления, человеческого фактора, изношенного транспорта, запущенных складских помещений, низкоквалифицированного персонала, коррупционных схем, недобросовестных поставщиков, пересортицы и срывов сроков поставок [3,27,38].

В исходной постановке транспортно-логистические процессы включают в себя процедуры планирования и исполнения закупок, а также планирования и исполнения доставки грузов до клиента [32]. Данный процесс характеризуется целым рядом значимых параметров: высокая значимость для всего бизнеса; финансовая емкость и влияние на себестоимость (50%-60% себестоимости готовой продукции); низкий и средний уровень автоматизации; высокое влияние человеческого фактора; высокий уровень нормативных ограничений; высокий уровень коррумпированности; высокая зависимость от внешних подрядчиков (поставщиков и логистических операторов) [52,136].

Проведя анализ данных параметров, можно сделать вывод, что процесс поставок ключевым образом влияет на эффективность промышленного предприятия, но не обладает нужным инструментарием и внедренными инновациями, позволяющими повысить качество и экономичность процесса [146].

Процедура поставок (особенно часть, касающаяся закупок) сейчас находится в фокусе различных контролирующих структур ввиду мировой тенденции снижения рисков и коррупционной составляющей [79,84]. Но ключевые риски для производственной деятельности, как выяснилось, лежат именно в качестве процесса обеспечения. Более того, именно срывы сроков поставок являются причиной огромных замороженных средств в запасах, т.к. заказывающие подразделения часто пытаются подстраховаться и иметь на складах резервный объем материалов, чтобы не страдал производственный цикл.

Лучшая практика организации эффективных систем обеспечения крупных промышленных компаний/холдингов говорит о необходимости централизации функции поставок в рамках внутрихолдинговых транспортно-логистических операторов (ТЛО).

В работе предлагается вариант повышения эффективности системы обеспечения производственных компаний за счет внедрения модели управления закупками и поставками внутрихолдингового оператора. Однако, в данной постановке не рассматривается использование стороннего логистического оператора, отвечающего за поставку и закупку ТМЦ «под ключ», ввиду высоких рисков зависимости холдингов от внешних участников транспортно-логистического процесса. Во многом именно по этой причине на территории постсоветского пространства не развит рынок подобных операторов. Практически все существующие операторы в промышленности являются кэптивными и входят в структуру того или иного крупного промышленного холдинга, и их главное назначение - обеспечение клиентов материнской компании (рисунок 2.1). На сегодняшний день именно система обеспечения промышленных предприятий и заводов чаще всего является тем самым узким местом, сдерживающим эффективность всего предприятия в целом, т.к. влияет и на стоимость, и на сроки

исполнения заказов клиентов, и на экономическую эффективность всего предприятия в целом [115,116]. На рисунке 2.2 изображены ключевые процессы жизнедеятельности промышленного предприятия, где в понятие системы обеспечения входит и взаимодействие с поставщиками ТМЦ и внутризаводской системой логистики.

Эффективность системы поставок предприятия прямым образом влияет на самые главные аспекты деятельности, а именно: уровень запасов и замороженных средств; сроки исполнения заказов; непрерывность производственного цикла; уровень дохода, определяющийся обеспеченностью продаж [52,106].

Возможное снижение дохода и продаж может возникнуть даже в том случае, если сбытовая деятельность находится за пределами конкретного промышленного предприятия. Производя продукцию позже обозначенного срока, либо, не ту, что нужна рынку, предприятие существенно снижает клиентский сервис, теряет объем заказов по всей сбытовой цепочке (торговые дома, дилеры) и, соответственно, уменьшает загруженность и эффективность собственного производства.

Соответственно, повышение эффективности системы обеспечения является важным условием обеспечения главных целей акционеров холдинга (рисунок 2.3).

Можно отметить две ключевые причины потери эффективности системы обеспечения: уровень логистического сервиса (в первую очередь, срывы сроков поставок); завышенная стоимость поставок.

С одной стороны, эти причины выглядят как независимые друг от друга, но, по факту, они очень плотно взаимосвязаны. Часто бывает, что оптимальная по стоимости схема поставки намного сложнее, чем простая «дорогая» схема. Выбрав дорогую, но простую схему, заказчик минимизирует (но не исключает) риски срыва сроков, но теряет в деньгах, и наоборот. Важнейшей целью любой структуры, которая обеспечивает процесс поставок (в нашем случае это ТЛО) является повышение качества логистического сервиса с одновременным снижением совокупной стоимости поставки.

**Ключевые установки деятельности ТЛО**

- ❑ «ОДНО ОКНО»
- ❑ «ТОЧНО В СРОК»
- ❑ «ОТ ДВЕРИ ДО ДВЕРИ»
- ❑ «УПРАВЛЕНИЕ ПАРТИЯМИ»
- ❑ «ИТ-ИНТЕГРАЦИЯ С УЧАСТНИКАМИ ЦЕПИ ПОСТАВОК»
- ❑ «АЛЬЯНСЫ С ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПАРТНЕРАМИ»
- ❑ «АДАПТАЦИЯ К НОВЫМ ТРЕБОВАНИЯМ ЗАКАЗЧИКОВ»
- ❑ «ОПТИМИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ»
- ❑ СОКРАЩЕНИЕ ДОКУМЕНТООБОРОТА

**Организационная схема работы ТЛО**



Рисунок 2.1 – Организационная схема внутрихолдингового транспортно-логистического оператора



Рисунок 2.2 – Место системы обеспечения в бизнес-процессах промышленного предприятия

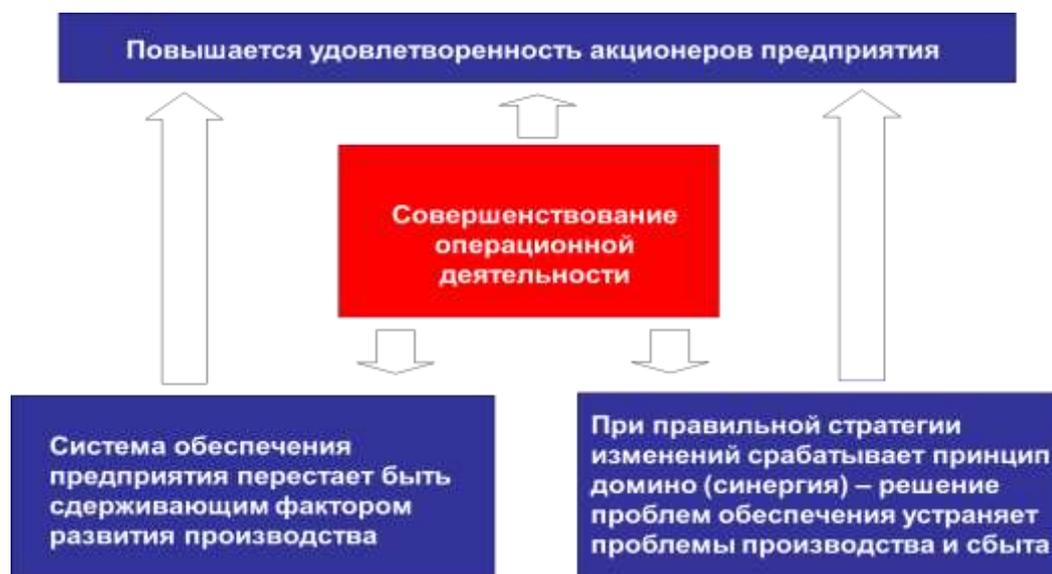


Рисунок 2.3 – Влияние системы обеспечения на удовлетворенность акционеров холдинга

Исходя из этого, в работе проведен анализ ключевых причин срывов сроков поставок и/или высокой стоимости поставки, определены основные из них, а также предложены различные варианты решений для их устранения [128].

В ходе рассмотрения одной из основных причин недостаточной эффективности планирования схем поставок возникает вопрос об оптимальности выбранной схемы поставки по срокам, стоимости и рискам.

Для решения поставленной задачи возможно использовать информационно-аналитическую систему моделирования, способную сгенерировать множество оптимальных схем поставок, удовлетворяющих совокупности сформированных оценочных критериев и принятых ограничений транспортно-логистического процесса [5,9].

Следующей по значимости причиной является низкий уровень диспетчеризации и оперативной координации участников поставок. Как правило, координация действий участников схемы поставок происходит вручную, посредством телефонного или электронного контакта. При изменении данных в процессе исполнения поставок информация о необходимости корректировки сроков исполнения логистических операций может происходить в последний момент, что создает дополнительные трудности для участников цепочки поставок и генерирует дополнительные финансовые затраты. Информация об изменениях

распространяется локально и не является достоянием всех участников процесса. В результате планируемые сроки отгрузки начинают меняться, а отсутствие информации «онлайн» о текущем состоянии поставки не дает возможности остальным участникам схемы оперативно координировать свои действия. Что касается диспетчеризации, то получение точных и оперативных данных является необходимым условием эффективной координации поставки. Информацию о текущей ситуации с поставкой необходимо доносить до всех участников, и желательно заблаговременно. При этом, необходимо обеспечить возможность оценки состояния поставки за достаточное для принятия управленческого решения время до момента «стыка» со следующим участником цепочки поставок. Поэтому, необходимо налаживать ежесуточный, а иногда и ежечасный контроль состояния поставки.

В этой связи, для повышения качества координации всех участников цепочки поставки необходимо организовать единое информационное пространство с обозначением ответственности и сроков. По сути, требуется внедрение популярного производственного метода «канбан», когда по принципу тянущей системы и понимания нужного срока производства (поставки) формируются очереди заданий для каждого из участников процесса. Формирование этой очередности по приоритетам является ключом к организации эффективной координации участников во всей цепочке поставок. Естественно, подобная приоритизация и формализация очередей невозможна без информационной системы, снабженной мощным интеллектуально-аналитическим аппаратом. Для осуществления эффективной диспетчеризации, безусловно, нужен автоматизированный инструмент, основанный на сборе и анализе первичных данных, получаемых по ходу исполнения поставки (технология «Интернет вещей») [26,30].

Следующей причиной потери эффективности транспортно-логистической системы является недостаточная мотивация участников цепи поставок на исполнение обязательств (сроки, состав поставки, предоставление документов и пр.). Очень часто логистический оператор/перевозчик, не чувствует должной

ответственности, например, за срыв сроков поставки. Это возникает из-за нескольких основных причин: неадекватно низкие штрафные санкции; очень низкий процент случаев, когда перевозчику выставляются эти штрафы; отсутствие прозрачности внутри цепочки поставок. Это происходит из-за практической неосуществимости доказательства вины перевозчика и отсутствия возможности оценки реального ущерба от возникшего сбоя в цепочке поставок. Как правило, отсутствие оперативной суточной или почасовой прозрачности исполнения поставки приводит к тому, что перевозчик находит массу причин, которые оправдывают срыв сроков поставки, часть из которых действительно является объективными. Таким образом, заказчик предпочитает не вступать в сложные переговоры, поиски виноватых и тем более в судебные тяжбы.

Для решения этой проблемы необходима интеграция системы диспетчеризации с запланированными и обязательно согласованными договорными условиями поставки. Причем, эта система должна быть доступна всем участникам процесса поставки. Очевидно, что и тут требуется автоматизация высокого уровня, т.к. оперативно отслеживать онлайн ситуацию вручную, а особенно по нескольким поставкам сразу, практически невозможно. Данное решение является ключевым для работоспособности всей модели.

Проведенные исследования позволили осуществить концептуальное описание модели планирования и управления целевыми схемами поставок на промышленных холдингах [169].

Целью разработки данной модели является эффективное планирование схемы поставок на основании многофакторного анализа всех стадий цепочки поставок, с последующим оперативным контролем отклонений, оптимизацией параметров измененной схемы поставок, с последующим ее завершением в требуемые сроки, в нужном месте и с объективным распределением финансовой ответственности за изменение параметров поставки между участниками транспортно-логистического процесса (поставщик, заказчик, логистические операторы).

Основными инструментами для достижения цели и решения главной задачи являются: использование механизма имитационного математического моделирования на стадии планирования оптимальных схем поставок по принципам «total cost»; использование механизма IoT 4.0 на стадии оперативного контроля поставок для получения автоматизированных данных о текущем состоянии поставки и выявления величины отклонений; использование технологии блокчейн для обеспечения корректности исторических данных и фиксации исполнения запланированных обязательств участниками цепочки поставок в рамках смарт-контрактов, а также для осуществления эффективного электронного документооборота (рисунок 2.4, таблица 2.1).

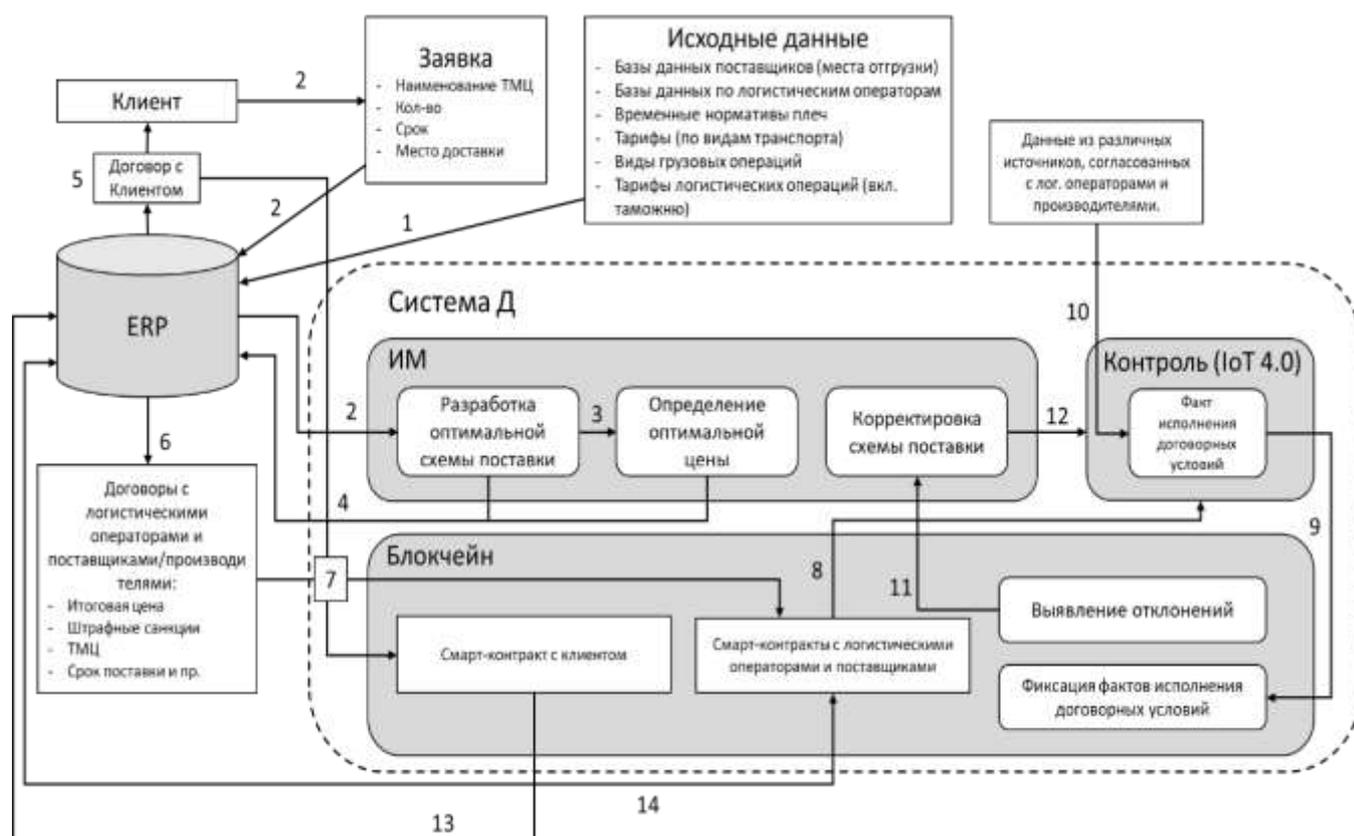


Рисунок 2.4 – Структурная модель планирования и управления целевыми схемами поставок в промышленных холдингах

В такой поставке, именно ТЛЮ является держателем такой ИТ-среды, включающей в себя и классическую ERP-систему, и модули имитационного

моделирования, и IoT 4.0, работающих в среде распределенного реестра данных по технологии блокчейн. В зависимости от специфики схемы поставки последовательность действий может меняться, а какие-либо потоки могут исключаться [54,72,99,100].

Таблица 2.1 – Система организации информационных потоков в модели планирования и управления целевыми схемами поставок

№	Структура информационного потока		Функциональное описание информационного потока
	Начальное событие	Конечное событие	
1	2	3	4
1	Исходные данные	Модуль имитационного моделирования (ИМ)	<p>Для работы системы необходимо загрузить в базу данных исходные данные: базы данных поставщиков (наименование, места отгрузки); база данных по логистическим операторам (с наименованием); временные нормативы плеч (временные нормативы); тарифы (по видам транспорта, по каждому плечу); виды грузовых операций (погрузка, выгрузка, таможня и пр.); тарифы логистических операций по каждой операции.</p> <p>На основе исходных данных формируется оптимальная схема поставки по критериям сроков и стоимости. Виды грузовых операций и тарифы нужны для правильного расчета стоимости доставки и определения итоговой стоимости всего заказа. Нормативы плеч необходимы для расчета общего срока поставки, а также для оценки сроков пребывания заказа на каждом плече.</p>
2	Заявка/ERP/Клиент	ИМ - Разработка Система Поставки	<p>Заявка в модуль ИМ попадет только после обработки в ERP. В заявке содержится следующая информация необходимая для работы модели: наименование товара, кол-во товара, срок поставки и место доставки.</p>
3	ИМ - Разработка оптимальной СП	ИМ - Определение оптимальной цены	<p>Модуль ИМ на основе исходных данных формирует перечень схем доставки, структурируя их по трем основным критериям: "Надежность", "Скорость" и "Стоимость". Данные маршруты используются в дальнейшем для выбора оптимальной схемы и определения оптимальной цены под условия конкретного заказчика. Выбор оптимальной схемы может производиться совместно с заказчиком, либо</p>

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4
			самостоятельно логистом. В перспективе, для выбора оптимальной схемы может использоваться инструмент искусственного интеллекта.
4	ИМ - Определение оптимальной цены	ERP	После выбора оптимальной схемы поставки и определения цены заказа вся информация передается в систему ERP для того, чтобы представить клиенту предлагаемый вариант и перейти к оформлению договора и согласованию условий поставки (схемы оплаты, штрафные санкции и пр.). Договорные данные являются основой для заключения смарт-контрактов как с поставщиками, так и с логистическими операторами.
5	ERP	Клиент	Заключение договора с клиентом с учетом согласованных условий поставки.
6	Клиент	Договоры с поставщиками и ЛО	По результатам заключения договора с клиентом производится окончательный выбор поставщиков и логистических операторов с учетом условий поставки (сроки, штрафы, оплаты и пр.), согласованных с клиентом. Происходит заключение договоров между ТЛО и логистическими операторами, а также поставщиками/производителями. В договоре отражены все условия и сроки поставки.
7	Договоры с клиентом, поставщиком, логистическими операторами	Смарт-контракты	На основании согласованных физических договоров формируются и заключаются смарт-контракты между участниками: между ТЛО и клиентом; между ТЛО и логистическими операторами и поставщиками. Заключение смарт-контрактов упростит процесс контроля в процессе осуществления различных этапов поставки, а также процесс расчета выплат вознаграждения после выполнения заказа.
8	Смарт-контракты	Модуль Контроля (IoT 4.0)	После заключения смарт-контрактов с логистическими операторами, клиентом и поставщиками заказ передается в модуль Контроля. В договоре согласованы точки контроля, по которым будет возможно отслеживание статуса исполнения поставки.
9	Контроль - Факт исполнения ДУ	Фиксация факта исполнения ДУ	Поступление данных из IoT 4.0 по факту оперативного контроля исполнения смарт-контрактов (договорных условий) и фиксация в модуле блокчейна. Данные в дальнейшем будут использоваться для формирования безусловных исторических данных и окончательного расчета

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4
			оплаты выполнения обязательств каждым участником.
10	Данные из источников	Модуль Контроля	Для организации оперативного контроля за выполнением заказа сторонам необходимо согласовать источники получения оперативной информации о статусе заказа, а также методы интеграции данных с различными информационными системами операторов, поставщиков и прочих участников процесса поставки.
11	Блокчейн, IoT 4.0 - Выявление отклонений	ИМ - Корректировка СП	При выявлении отклонений от договорных условий эта информация оперативно фиксируется и отправляется в модуль ИМ с проверкой возможности корректировки всей схемы поставки. Корректировка требуется для выполнения поставки точно в срок или, если это невозможно, минимизации срока отставания.
12	ИМ - Корректировка СП	Модуль Контроля	Откорректированная схема поставки возвращается обратно на модуль Контроля для дальнейшего выполнения.
13	Фиксация фактов исполнения условия смарт-контрактов (договорных условий)	ERP	Переданные из модуля Контроля факты исполнения договорных условий фиксируются в блокчейне. Все отклонения (исполнение обязательств раньше плановых сроков, срывы сроков поставок) или поставки в срок будут учитываться при расчете вознаграждений для логистических операторов за выполнение заказа (бонус или штраф). Все данных выгружаются в модуль ERP.
14	Смарт-контракт с клиентом	ERP	Проведение взаиморасчетов между ТЛО и клиентом. Получение оплаты от клиента по факту выполнения заказа. Расчеты суммы оплат производятся в ERP, куда поступают данные по условиям контрактов и факт исполнения обязательств по каждому участнику (из блокчейна). В результате возможна как выплата дополнительных бонусов со стороны клиента, если заказ выполнен в срок, так и штрафы, если произошла задержка в выполнении заказа.
15	Смарт-контракты с логистическими операторами и поставщиками	ERP	Расчет оплаты (с учетом бонусной части или штрафов) логистическим операторам в системе ERP по факту выполнения работы.

## 2.2. Обоснование и выбор оптимальных целевых схем цепочки поставок на основе использования процедур имитационного моделирования

При выборе схемы поставки необходима оценка совокупной стоимости затрат, возникающих в транспортно-логистическом процессе (рисунок 2.5) [111]. Совокупные затраты складываются из затрат на закупку, транспорт (включают в себя затраты на все виды транспорта в процессе доставки), затраты на хранение (включают в себя затраты, как на хранение в пути, так и на хранение до момента выдачи в производство), затраты на обеспечение схемы поставки (диспетчеризация, страхование, таможня и пр.), затраты на установку и монтаж (не обязательно). Кроме того, в смету затрат необходимо включить дополнительные затраты, возникающие в процессе жизненного цикла поставляемого ТМЦ, например, затраты на ТО и обслуживание [20,108].



Рисунок 2.5 – Примерный перечень затрат, возникающих в процессе поставки и включаемых в понятие «совокупной стоимости поставки»

Однако, в данной модели этим фактором можно пренебречь, так как поставленная задача уже является задачей категорийных закупок и лежит больше в зоне ответственности не только закупающих, но и заказывающих подразделений. В такой постановке возможность оценки совокупных затрат на поставку продукции позволяет достигать существенной экономии.

Ручной анализ совокупной стоимости поставок практически невозможен по причинам большого количества поставок; большого количества затрат, возникающих в схеме поставок; большого количества вариантов схем поставок; оценки рисков поставок, зависящих от схемы поставки, надежности поставщиков и логистических операторов [69].

Для решения задачи выбора оптимальной схемы поставки с учетом ее совокупной стоимости предлагается использовать механизм имитационного моделирования, который позволит [49,67,104]:

- произвести анализ показателей и параметров всех запланированных поставок для оценки возможности организации сборных поставок (включение в поставку заказов от разных клиентов) и/или укрупнения поставок у конкретных поставщиков с целью получения скидок и снижения уровня затрат на транспортную логистику;

- оперативно подобрать альтернативные варианты адекватной замены условий поставки при возникновении каких-либо изменений, отклонений и ограничений (отсутствие товара у поставщика, изменение тарифа логистического оператора, отмена закупки определенной номенклатуры на стадии планирования, появление дополнительных заявок на закупку, которые надо оперативно включить в сформированный план закупок).

В дальнейшем, при контроле и управлении процессом поставки именно механизм имитационного моделирования позволит оперативно реагировать на возникающие отклонения. Так, например, задержка отгрузки с завода поставщика создаст риски неисполнения требуемых сроков поставки, а имитационная модель предложит новую схему поставки, как вариант, замена железнодорожного транспорта, на автотранспорт и позволит оперативно рассчитать возникающие финансовые потери для принятия эффективного управленческого решения о корректировке схемы [21].

В процессе исполнения поставки будет возникать необходимость оперативно реагировать на возникающие сбои в схеме поставок. При этом, любые отклонения будут видны оперативно и с указанием точного места сбоя и ответственного

участника благодаря использованию инструментов «блокчейн» и IoT 4.0 [97,120,162].

Степень влияния возникающего сбоя в цепочке поставок может быть различной. Сбой высокой степени влияния возникает в критической цепи событий, когда отставание от срока является неизбежным в рамках существующих договорных обязательств. В этом случае имитационная модель сможет оценить не только новый расчетный срок срыва поставки, но и предложить варианты и стоимость ускорения для достижения поставки «точно в срок». При этом принятие решения по изменению цепочки поставки с целью ускорения сроков должно учитывать величину штрафных санкций клиенту. Если величина штрафа минимальна, то ускорение цепочки поставок за счет дорогостоящих видов транспорта или прочих ускоряющих возможностей будет экономически не обосновано и может быть отклонено.

Для получения данных о состоянии поставки, предлагается использование механизма IoT 4.0, позволяющего на стадии оперативного контроля поставок получать в автоматизированном режиме данные о текущем состоянии поставки и своевременно выявлять величины возможных отклонений [96,165].

Разработанная модель (см. рисунок 2.4) должна получать оперативную информацию о ходе поставок от каждого участника транспортно-логистического процесса. В этой связи, приоритетным становится прямой контроль над транспортным средством. Например, если груз в данный момент времени находится в зоне ответственности железнодорожного оператора, то ТЛЮ важно получать данные не от самого оператора, а напрямую от их информационной системы о месте нахождения соответствующего вагона с грузом. Данный метод контроля принципиально важен, т.к. он позволяет исключить задержки и искажение информации. Более того, оперативные и точные данные нужны не только заказчику поставки, но и каждому следующему участнику в цепочке поставок, чтобы он мог координировать свои действия в зависимости от ситуации на предыдущем участке цепи. Очевидно, что именно организация универсальных интеграционных шин является одним из ключевых технологических решений для

работоспособности данной модели. При этом, модель способна функционировать и в случае ручного ввода данных о состоянии поставки, но это будет сопряжено с рисками некорректности данных, а также недостаточной оперативности принятия управленческих решений. Учитывая, что срыв сроков поставок является одним из ключевых ограничений качества поставок, необходимо видеть фактическое состояние поставки в текущий момент времени и сравнивать его с плановыми сроками. Для этого в системе должна быть заложена плановая схема поставки, сформированная на этапе моделирования. Кроме того, обязательства участника не должны ограничиваться исполнением своего участка поставки «под ключ» и сам процесс исполнения участка поставки (например, морская перевозка) должен дробиться на дополнительные точки контроля. Сформированный план поставки для контроля в конечном варианте вытекает из договорных условий с различными логистическими операторами (транспорт, таможня, склады, перевалка и пр.) и отражается в смарт-контракте, который и является основанием для контроля [117]. Групповая ответственность за поставку, которая будет обеспечиваться методом «блокчейн» предполагает, что сбой поставки на одном участке цепочки поставок может быть компенсирован другими участниками. Таким образом, оперативный и детальный контроль за состоянием исполнения поставки/заказа, позволяет: видеть текущие отставания/опережения и принимать совместно с оператором управленческие решения; координировать сроки передачи ответственности одного участника другому; форсировать скорость поставки следующими участниками цепочки, если происходят отставания от плановых сроков.

Таким образом, технология «блокчейн» является ключевым условием работоспособности всей модели. В такой постановке использование технологии «блокчейн» позволяет существенно повысить уровень ответственности участников цепи поставок за исполнение своих обязательств [109,112].

Для эффективного функционирования модели необходимо собирать и хранить доступные для всех участников процесса данные о ходе и о факте выполнения основных этапов цепочки поставок. Большое количество участников в цепочке поставок, а также влияние одного участника на другого, создает

множество неоднозначных ситуаций в транспортно-логистическом процессе. В результате возникает отклонение/сбой по факту поставки, сопряженное с невыполнением сроков и/или увеличением совокупной стоимости поставки. Однако, причину и ответственного за такого рода сбой найти бывает очень сложно. Даже если заказчик для себя определил причину и ответственного, то соотнести это с договорными требованиями и доказать это ответственной стороне бывает весьма проблематично. Еще одним фактором необходимости повышения прозрачности всей цепочки поставок является попытка переложить ответственность на третьих лиц или какие-то внешние факторы. Представители различных логистических операторов и компаний производителей всячески стараются вывести свою компанию из-под ответственности, чтобы избежать штрафных санкций. В этом случае очень сложно провести анализ того, как происходила поставка, в какой момент была передача материальной ответственности, в какой момент та или другая сторона была готова к выполнению обязательств. В итоге одна сторона может заявлять, что она была готова принимать груз, но отгрузка задерживалась по причине отгружающего участника поставки, который, например, не подготовил вовремя весь перечень нужных документов, либо, наоборот, передающая сторона апеллировала в сторону принимающей, что транспорт был подан позже требуемого времени. Как правило, в подобных ситуациях найти виновника сбоев не всегда представляется возможным.

Можно определить несколько ключевых ограничений, возникающих вследствие отсутствия прозрачности и однозначной фиксации факта событий в процессе поставки доступного всем участникам процесса, а именно: сложность определения ответственного за срыв сроков, особенно «задним числом», и, как следствие, возникновение ситуаций, когда некачественно предоставленная услуга оплачивается в полном объеме; несоответствие величины штрафных санкций величине ущерба от срыва сроков; большие трудозатраты по претензионной работе.

В этой связи, в разработанной модели было предложено использовать эффективный механизм справедливого распределения ответственности за срыв

поставки, основанный на технологии «блокчейн». Данный механизм подразумевает, что любой штраф, выставляемый за срыв поставки, должен иметь ответственного внутри цепочки поставок, так же, как и любое ускорение своего участка ответственности, которое привело к сокращению или исключению штрафа, должно иметь последствие в виде бонуса. Данный механизм распределения ответственности является основополагающим элементом мотивации всех участников цепочки поставок на исполнение поставки «в срок» и требуемого состава самой поставки.

Следует отметить, что расчет сумм оплат предполагается проводить в корпоративной системе ТЛО (ERP) при использовании стандартных схем оплат, либо посредством криптовалюты в блокчейне на основании данных по каждой поставке и условий, прописанных в смарт-контрактах.

Формальное распределение финансовой ответственности за результат поставки среди участников можно представить в следующем виде. Определение итоговой (фактической) цены контракта для каждого  $i$ -го участника цепочки поставок будет определяться соотношением  $C_{Ni} = C_{Pi} - F \cdot k_i$ , где  $C_{Pi}$  - плановая цена контракта  $i$ -го участника,  $F$  - штраф, руб./единица времени (час, день, неделя...),  $k_i$  - кол-во единиц времени отклонения срока исполнения контракта  $i$ -м участником. Значение коэффициента  $k_i$  представляет собой величину отклонения от срока поставки  $i$ -м участником и находится из следующего соотношения  $k_i = S_{Ni} - S_{Pi}$ , где  $S_{Ni}$  - фактический срок исполнения контракта  $i$ -м участником,  $S_{Pi}$  - плановый срок исполнения контракта  $i$ -м участником. Таким образом, сумма контракта на перевозку груза для заказчика состоит из сумм контрактов всех участников цепи поставок  $C = \sum_{i=1}^{i=N} C_i$ , где  $N$  - количество участников в цепочке поставок.

Таким образом, на основании проведенных исследований возможно сформировать основные целевые схемы поставок, для которых может быть рекомендована предлагаемая модель планирования и управления целевыми схемами поставок в промышленных холдингах.

Схема №1 - для коммерческих промышленных предприятий/холдингов (без государственного участия). Данная схема выгодно отличается от остальных отсутствием жестких законодательных ограничений при планировании и осуществлении закупок и поставок. Другими словами, коммерческая компания вправе выбирать поставщика и схему поставок исходя из собственных внутренних предпочтений. Это, безусловно, позволяет заложить экономически эффективную схему уже на стадии планирования с указанием конкретных поставщиков.

Схема №2 - для компаний с частичным и полным государственным участием. Очевидно, что обязательные тендерные процедуры существенно усложняют реализацию спланированной схемы поставок. Спланированная схема может быть скорректирована победой в тендере незапланированного участника, который предложит более выгодные условия поставки или продажи продукции. Эти условия могут быть выгодными «локально», при закупке только части номенклатур, но при этом может пострадать экономика всей схемы в целом. Предлагаемая модель позволяет максимально минимизировать влияния нормативных ограничений и приблизить итоговую эффективность схемы поставки к эффективности схемы №1. Предлагаемая модель подразумевает первоначальное планирование эффективной схемы поставки на основании предварительного маркетингового исследования цен и планирования схемы поставки по принципу схемы №1, без учета каких-либо тендерных ограничений. На основании полученной оптимальной схемы поставки на принципах «total cost» система генерирует максимально точные тендерные требования, которые подразумевают, что их исполнение позволит получить схему поставки с заданной эффективностью. Существует еще два системных организационных решения для компаний с госучастием, которые позволяют минимизировать влияние нормативных требований. Во-первых, речь идет об аутсорсинге всей закупочной системы (создание торгового дома) в отдельное и независимое юридическое лицо (за пределами холдинга), которое будет обладать целевым механизмом планирования и исполнения поставок и предлагать товар на условиях DDP (Delivered Duty Paid), когда товар доставляется заказчику в место назначения, указанное в договоре, «очищенный» от всех таможенных пошлин и

рисков. В данном случае созданная компания (торговый дом) участвует в тендере на общих основаниях, но должна предлагать наиболее выгодные цены, за счет использования оптимальных параметров поставки, полученных в результате имитационного моделирования. Во-вторых, возможно решение, которое подразумевает изменение схемы юридических отношений и переход от закупок материалов на закупки обслуживания (сервисный контракт). Данная схема является применимой для поставки каких-либо запчастей или комплектующих, которые могут устанавливаться в рамках сервисного обслуживания оборудования. Поскольку данная схема не может применяться ко всем типам ТМЦ, то она приводится в работе информативно. Экономическая оценка эффективности применения модели для промышленного холдинга позволила получить следующие планируемые эффекты (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Обоснование эффективности применения модели планирования и управления целевыми схемами поставок для условий функционирования промышленного холдинга

Область применения модели	Бюджет «как есть»	Экономические эффекты		Комментарии
1	2	3		4
Запасы предприятий холдинга	50 млрд. уе.	- 20%	10 млрд. уе. запасов = 900 млн. чистого эффекта (9%).	Повышение точности поставок «точно в срок» позволит клиентам заказывать продукцию меньшими партиями сокращая объем замороженных средств. Влияние на запасы за счет точности поставок доказано лучшей практикой логистических проектов.
Суммарные затраты на обеспечение (поставка и закупка)	200 млрд. уе.	- 2%	4 млрд. уе.	За счет управления ценой поставки на принципах совокупной цены (закупка и логистика). За счет собственного управления операционными логистическими операторами и уход от работы через логистических операторов, работающих «от двери до двери».

Продолжение табл. 2.2

1	2	3	4
<b>Снижение документооборота</b>	-	50 млн. уе.	Сокращение существенного количества бумажных документов в процессе сверок, подтверждения операций логистических операторов, а также в процессе рабочего взаимодействия и пр.
<b>Ежегодный эффект</b>	900 млн. + 4 млрд. уе. + 50 млн. уе. = 4,95 млрд. уе. (более 11,7 млн. USD)		

Безусловно, разработка, внедрение и автоматизация предлагаемой модели планирования и управления целевыми схемами поставок потребует существенных трудозатрат и средств. По экспертной оценке, окупаемость внедряемой модели для промышленных холдингов не превысит 1 года.

### **2.3. Принципы и концепция применения цифровизации в инновационной модели планирования и управления целевыми схемами цепочки поставок в транспортно-логистической системе**

Для формирования концепции цифровизации в системе поставок, необходимо дать определение данному понятию. В современном бизнес-сообществе и бизнес-литературе часто приходится сталкиваться со сложной формулировкой отличия понятия автоматизации от понятия цифровизации. Зачастую, эти понятия приравнивают, а иногда, считают вещами отличными и не связанными друг с другом [66,98,103,129].

Цифровизация - это частный случай автоматизации, но коренным образом отличающийся от понятия автоматизации, широко используемого последние 20 лет. Основными задачами автоматизации, в первую очередь, принято считать:

- фиксация процедур взаимодействия участников какого-либо бизнес-процесса, а также определение правил и стандартов, которые вносятся в информационную систему и являются обязательными для исполнения;

- работа со справочниками данных, в рамках которой автоматизация позволяет использовать внесенные или вносимые данные для обработки, фиксации и планирования событий;

- автоматизация процесса формирования документов и отчетов на основании поступаемых или имеющихся в информационной системе данных;

- автоматизация принятия оперативных решений в рамках какого-либо процесса, построенная на внесенных алгоритмах анализа;

- моделирование различных сценариев развития ситуации на основании имеющихся прогнозных и фактических данных;

- множество других менее значимых задач, построенных на обработке и анализе имеющихся в информационной системе данных.

При этом, эффективность большей части задач автоматизации зависит от корректности, оперативности, полноты и детальности вносимых данных. Обеспечение именно этих условий в первую очередь и стало главным основанием для появления такого понятия, как цифровизация.

Следовательно, цифровизация — это процесс, позволяющий собирать требуемую фактическую информацию о текущем состоянии процесса либо по факту его завершения.

Если представить, что обозначенные задачи автоматизации были призваны решить различные ERP-системы, то задачи цифровизации этими системами решать не предполагалось (рисунок 2.6). В любую информационную систему данные должны попадать по определенным правилам и алгоритмам, установленным владельцем и пользователями системы. При этом, вся цифровая информация будет восприниматься однозначно и, соответственно, они с одинаковым приоритетом будут участвовать в формировании план-фактного анализа ситуации. Данный подход к сбору и обработке данных со временем стал приводить к тому, что автоматизация становилась инструментом, который не мог оперативно и точно ответить на вопрос, каково реальное состояние дел на предприятии или в конкретном технологическом процессе и есть ли фактические отклонения от установленных планов и норм [107,125,140,141].

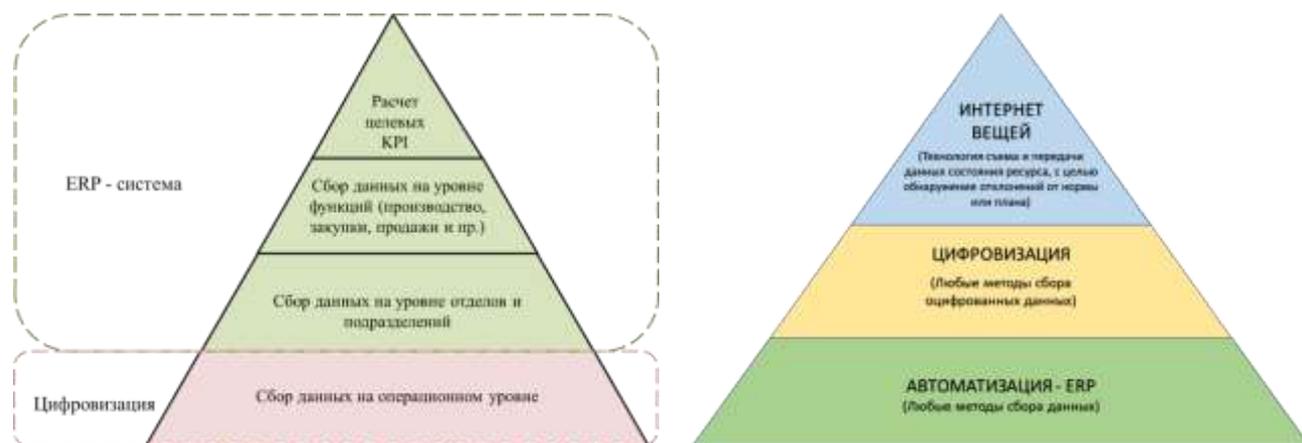


Рисунок 2.6 – Концепция участия цифровизации в системе транспортно-логистических поставок

Безусловно, такая ситуация не могла оставаться без внимания бизнес-сообщества и крупнейших ИТ-разработчиков. В этой связи, встала задача получения данных именно в месте возникновения сбоя в конкретное время и с привязкой к конкретному ресурсу. Это потребовало так называемой оцифровки жизненного цикла определенных ресурсов в технологических процессах с последующей обработкой и анализом данных (в первую очередь план-фактным). Так стало формироваться понятие цифровизации, а впоследствии и «интернет вещей» или IoT 4.0. Само название дает понимание, что новая технология позволяет держать постоянную связь с той или иной «вещью», снимать данные о её состоянии и принимать решения о воздействии на «вещь» с целью приведения её состояния в область значений и параметров, соответствующих плановым заданиям [37].

В настоящее же время именно цифровизация решила вопросы повышения точности поставок, сокращения времени поставок и оперативного информирования получателя о текущем состоянии поставки. Сейчас, практически любая компания, предоставляющая такого рода услуги, позволяет видеть состояние процесса на некоторых реперных точках и чем больше этих точек, тем

более точной является информация. Анализ данных в реперных точках дает возможность для выявления причин и ответственных за возникающие сбои.

При этом, сбор данных по фактическому состоянию «вещи» (в данном случае поставки) должен происходить в автоматизированном режиме. И вот тут возникает второе важное условие эффективной цифровизации – автоматический съём данных с заранее определенных источников. Если представить, что вся требуемая информация собирается вручную, посредством коммуникаций людей друг с другом, то это сразу сказывается на точности, оперативности и трудозатратах сбора данных. И впоследствии, после съема данных, возникает следующее важное условия эффективности – это сбор данных посредством интеграции. Таким образом, подводя итог, зафиксируем следующие понятия.

Цифровизация – это подход к учету и частный случай автоматизации, который существенно расширяет возможности и границы автоматизации. Цифровизация подразумевает возможность получение цифровой данных о состоянии ресурса, объекта, товара, процесса в режиме реального времени.

Интернет вещей - IoT 4.0 (Internet of Things), информационная концепция, закладываемая в вычислительные сети физических предметов «вещей», имеющих встроенные технологии для непосредственного взаимодействия друг с другом и/или с внешней средой. Практическая технология цифровизации, подразумевающая автоматизированный сбор данных о текущем состоянии ресурса с минимальным участием людей, с последующей передачей обработкой и анализом данных [32,72,143].

В настоящее время базой для внедрения технологии становятся мощные интеграционные платформы, разрабатываемые именно для реализации технологии «интернет вещей». При этом не любую цифровизацию можно называть «интернетом вещей», т.к. получение цифровых данных хоть и обеспечивается по цифровым каналам связи, но сам сбор данных может происходить путем ручных замеров, визуального наблюдения и прочих «вольных» возможностей, так же, как и процесс интеграции. Интернет вещей – это комплексная технология, позволяющая собрать, интегрировать и анализировать данные.

В результате можно сказать, что любая цифровизация - это автоматизация, но автоматизация это не только цифровизация. Аналогично, любая технология «IoT 4.0» это цифровизация, но цифровизация это не только «IoT 4.0».

При этом, необходимо отметить, что технология «IoT 4.0» все-таки является достаточной только для съема и сбора данных, в то время как анализ и последующие принятия решения зависят от сопутствующих факторов, находящихся за границами процесса цифровизации, но являющихся неотъемлемой частью эффективной цифровизации. Речь идет, в первую очередь об оперативном планировании и моделировании.

Для окончательной фиксации отличия пониманий цифровизации и автоматизации необходимо обозначить места приложения цифровизации и автоматизации на уровне ERP-систем (Enterprise Resource Planning = планирование ресурсов предприятия) класс информационных систем, предназначенных для управления производством, трудовыми ресурсами, финансами и активами, базирующихся на принципах оптимизации ресурсов предприятия) [24,166].

Автоматизация, как правило, направлена на управление верхнеуровневыми процессами. Это могут быть процессы производства, продаж, поставок, финансов (бюджетирование) и так далее. По сути, автоматизация покрывает все ключевые процессы компании с целью закрепления определенных правил протекания процессов и сбора управленческой информации верхнего уровня для оценки деятельности компании в целом.

Полноценная цифровизация в настоящее время не может охватывать все ключевые процессы промышленных предприятий, т.к. будет требовать сбора цифровых данных по каждой операции на уровне её протекания. Даже если представить, что подобная цифровизация осуществима, это будет очень дорого и не окупаемо для бизнеса. Именно поэтому цифровизация призвана к внедрению только в те процессы, в рамках которых происходят системные сбои и возникают ограничения для функционирования всего предприятия. Другими словами, цифровизация это необходимое (но недостаточное) условие решения существующих проблем на предприятии. В деятельности любого предприятия в

современных условиях конкуренции и низкой маржинальности нет возможности оцифровывать всё подряд. В связи с этим зафиксируем важные условия цифровизации – необходимость понимания «узких мест» в существующей бизнес-модели работы предприятия для последующего применения оцифрованного сбора фактических данных.

Представим более детальное описание цифровизации в разработанной модели планирования и управления целевыми схемами поставок в рамках нескольких ключевых позиций (рисунок 2.7, 2.8). Очевидно, что в предлагаемой модели планирования и управления целевыми схемами поставок роль цифрового сбора данных о состоянии поставки является ключевой.

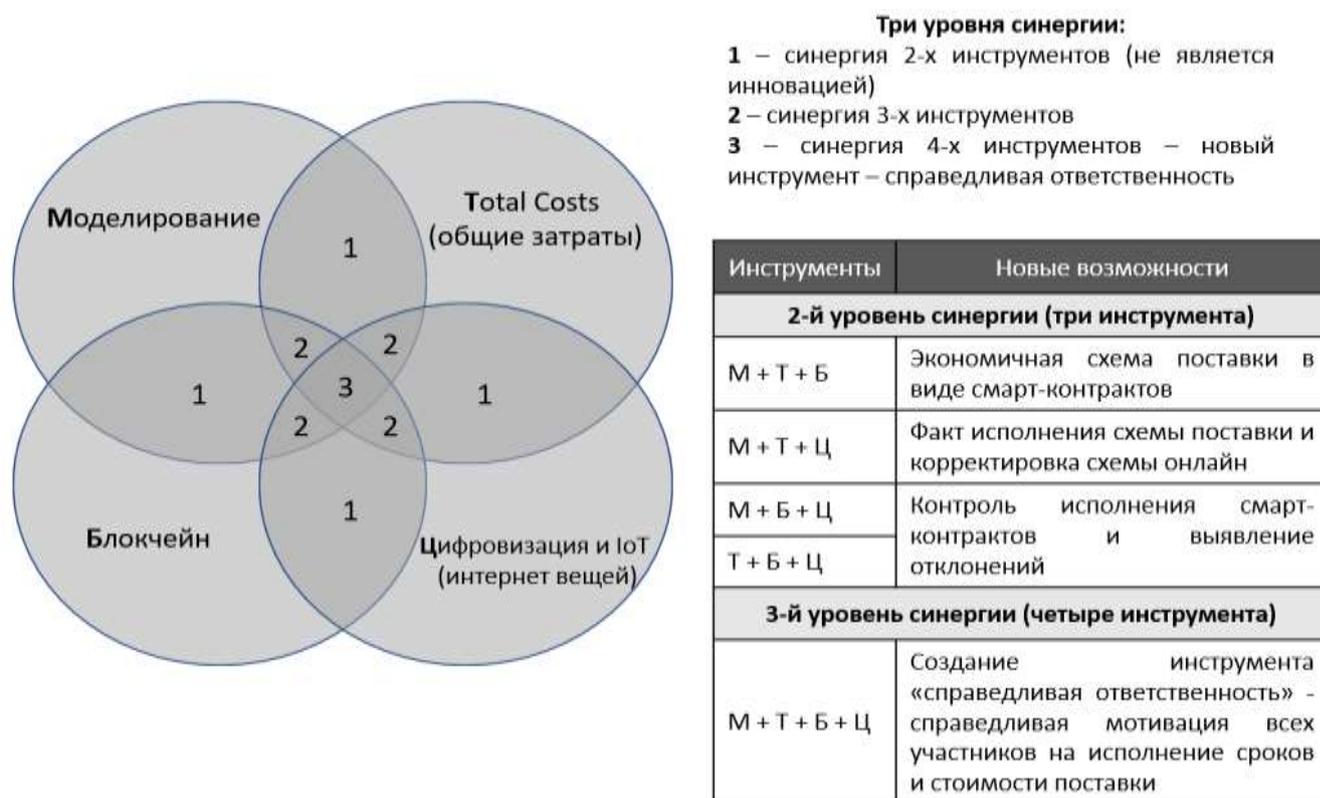


Рисунок 2.7 – Разработка инновационного инструмента «справедливая ответственность» на базе технологий цифровизации в модели планирования и управления целевыми схемами поставок



Рисунок 2.8 – Роль и место цифровизации в разработанной модели планирования и управления целевыми схемами поставок

Без понимания уровня комплекса показателей, характеризующих текущее состояние поставки рухнет вся идея оперативного и точного план-фактного анализа с последующим определением ответственного за изменение сроков поставки и расчетом величины оплаты. Как только возникнут сомнения в качестве фактических данных - появится возможность манипулирования данными и попытки их искажения в собственных интересах. В этой связи, предлагаемая модель работы может быть эффективной только при условии доверия к получаемым данным всех участников цепочки поставок, а это значит, что необходима минимизация количества данных, собираемых вручную.

Очевидно, что основной задачей цифровизации в предлагаемой модели является фиксация параметров поставки (сроки, состав, стоимость) на всех её стадиях для следующих целей: расчет величины вознаграждений участников; выявление отклонений по ходу поставки и принятие решений по её корректировке;

выявление системных отклонений для последующей корректировки алгоритма выбора поставщиков и операторов.

Таким образом, принцип применения цифровизации в предлагаемой модели поставок можно представить следующим образом. Основные функции цифровизации состоят из процедуры сбора и процедуры передачи данных. Каждая из обозначенных процедур является сложным и дискуссионным вопросом, находящимся в фокусе ведущих мировых ИТ-разработчиков.

Сложность и одновременно преимущество процедуры сбора данных состоит в том, что существует большое множество источников данных, используемых для передачи информации. При организации схемы поставок и определении ее реперных точек необходимо руководствоваться не только критичностью точки контроля, но и возможностью получения с нее безусловной, оперативной и точной информации. В таблице 2.3 приведено исходное множество важных реперных точек в схеме поставок и возможные методы сбора данных по прохождению поставки через эти точки, а также условный пример несложной поставки с участием производителя, операторов №1,2,3, транспортных узлов №1,2 и клиента.

Таблица 2.3 – Анализ реперных точек контроля в системе поставок и возможных методов сбора данных

<b>Реперная точка контроля</b>	<b>Метод получения данных</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
Запуск в производство и текущая стадия производства поставляемых ТМЦ.	Данные из КИС поставщика (производственный модуль).
Готовность к отгрузке.	Данные из КИС поставщика (складской модуль).
Подача автотранспорта Оператором №1 под загрузку ТМЦ.	Данные из системы GPS контроля над транспортными средствами (оператор предварительно сообщает номер ТС).
Погрузка ТМЦ в машину.	Данные из системы GPS контроля над транспортными средствами.
Доставка до места выгрузки Оператором №1.	Данные из системы GPS контроля над транспортными средствами.
Получение ТМЦ на транспортный узел №1 железнодорожной станции для ожидания погрузки в вагон.	Данные из системы владельца транспортного узла.

Продолжение табл. 2.3

1	2
Подача вагона под погрузку Оператором №2.	Данные из системы GPS контроля над транспортными средствами (оператор предварительно сообщает номер вагона).
Перемещение вагона по реперным точкам.	Данные из системы GPS контроля над вагонами.
Выгрузка ТМЦ на транспортном узле №2 для ожидания погрузки оператора №3.	Данные из системы владельца транспортного узла №2.
Подача автотранспорта Оператором №3 под загрузку ТМЦ.	Данные из системы GPS контроля над транспортными средствами (оператор предварительно сообщает номер ТС).
Погрузка ТМЦ в машину.	Данные из системы GPS контроля над транспортными средствами.
Доставка до места выгрузки Оператором №3.	Данные из системы GPS контроля над транспортными средствами.
Получение груза Клиентом.	Данные из КИС клиента. Данные из системы Оператора №3
GPS-датчик - устройство приёма-передачи данных для спутникового контроля и точного определения местонахождения объекта	

Структура, методы сбора и анализа данных, передаваемых для контроля и учета, могут быть самыми разнообразными и требуют включения в условия смарт-контрактов.

В настоящее время способы сбора безусловных данных являются одним их узких мест ввиду слабой развитости ИТ у производителей и операторов (цифровизация логистики), но в перспективе этот вопрос будет несомненно улучшаться.

Вопрос передачи и учета данных является не менее сложным и требующим развития. Речь идет не только о протоколах передачи данных из различных источников, но и интеграционных платформах, способных эти данные принять и трансформировать в единый реестр. В настоящее время много ИТ-компаний, а также производителей инвестируют в разработку интеграционных платформ, в том числе платформ IoT 4.0 [44,47].

Параллельное развитие цифровизация внутри компаний и разработка эффективных интеграционных платформ позволят в ближайшей перспективе сделать процесс цифрового учета доступным для большинства участников рынка.

Кроме того, необходим детальный учет неотъемлемых внешних факторов эффективной цифровизации в модели поставок. Цифровизация в целом и «Интернет вещей» в частности не могут являться эффективными сами по себе, в отрыве от внешней среды и внешних факторов. И тут возникает очень важная и интересная взаимосвязь с автоматизацией в рамках ERP-систем. Оказывается, как цифровизация является важным инструментом для эффективной работы ERP-системы, так и ERP-система является важным инструментом для эффективной цифровизации. В первую очередь речь идет об оперативном или операционном планировании, а также о процессе нормирования. Сама по себе цифровизация не является и не должна являться источником оперативных планов и норм работы предприятий/компаний, так как оперативные планы напрямую связаны с продажами, планами производства, планами ТО и ремонтов и другими факторами, а нормы определяются различными технологическими, географическими и прочими особенностями техпроцесса и среды функционирования. По сути, цифровизация требует на входе получение оперативного плана процессов или оперативного плана нормального поведения «вещей», основанного на нормативных данных. Оцифровка протекания работы и состояния «вещей», объектов, ресурсов, процессов и будет являться предметом план-фактного анализа. Другими словами, съем цифровой фактической информации практически бессмысленен без последующего анализа, а анализ, в большинстве случаев, это сравнение плана и норм с фактом. Если применить эти положения к модели эффективных поставок, то можно утверждать, что эффективная цифровизация будет возможна только при наличии детальных планов самих поставок, включающих в себя те самые реперные точки, которые были обозначены выше, с указанием сроков исполнения и параметров качества исполнения поставок. При этом, функция контроля является следующим звеном после процесса моделирования цепочки поставок и формализации этого плана в среде «блокчейна» в виде смарт-контрактов. В этой связи возникает возможность детализации понятия планирования и моделирования на базе определенных норм.

Нормирование является неотъемлемой частью оперативного планирования и, именно нормирование, позволяет сформировать план без излишних дополнительных согласований. В системе поставок нормированию подлежат следующие параметры поставки (необходимые, но не всегда достаточные) (таблица 2.4). Из таблицы видно, что нормирование является основанием для дальнейшего моделирования схемы поставки.

Таблица 2.4 – Анализ объектов и методов нормирования в целевой модели поставок

<b>Объект нормирования</b>	<b>Единица измерения</b>	<b>Метод нормирования</b>	<b>Цель нормирования</b>
Плечи доставки (доставка из точки А в точку Б).	время	Предварительное определение сроков в рамочных договорах с операторами.	Моделирование сроков поставки.
Сроки производства.		Предварительное определение сроков в рамочных договорах с производителями/поставщиками.	
Логистические операции (погрузка, выгрузка, растаможивание и пр.).		Предварительное определение сроков в рамочных договорах с операторами.	
Плечи доставки (доставка из точки А в точку Б).	деньги	Предварительное определение стоимости в рамочных договорах с операторами.	Моделирование стоимости поставки.
Стоимость производства.		Предварительное определение стоимости в рамочных договорах с производителями/поставщиками.	
Логистические операции (погрузка, выгрузка, растаможивание и пр.).		Предварительное определение стоимости в рамочных договорах с операторами.	

На следующем этапе исследования был рассмотрен процесс моделирования, как один из основных компонентов процесса планирования и управления в целевых схемах поставок (рисунок 2.9).

Для качественного моделирования, прежде всего, необходимо обеспечить интеграцию с ERP-системой, из которой будут поступать необходимые цифровые данные. При этом видно, что из блока моделирования в ERP систему поступают необходимые данные для определения сроков и стоимости поставки, что является

обязательным для согласования договорных отношений с клиентами, а в дальнейшем и с поставщиками/производителями и логистическими операторами.

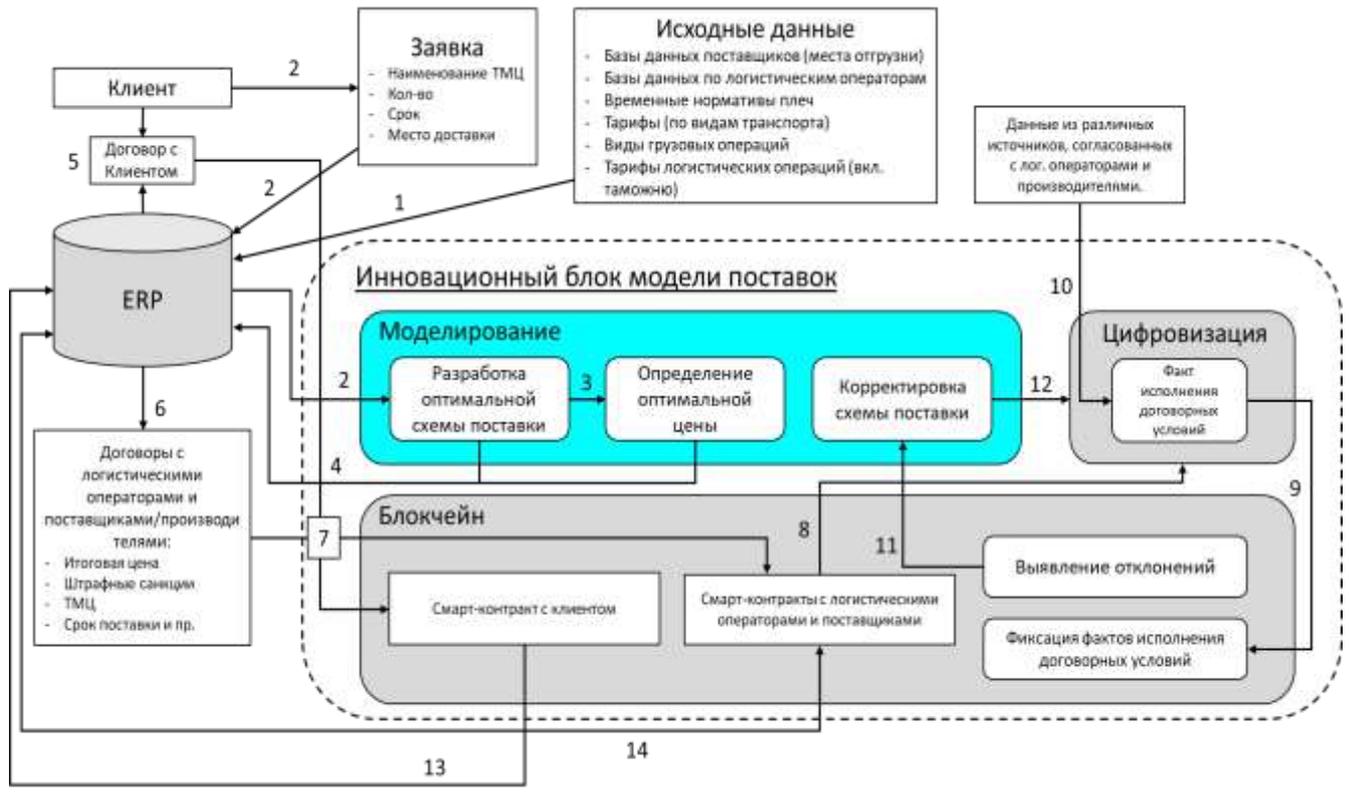


Рисунок 2.9 – Основные этапы и параметры моделирования в процессе планирования и управления целевыми схемами поставок

Моделированию подлежат следующие параметры схемы поставки: срок поставки – модель определяет возможный срок с поставки исходя из набора требуемых логистических операций и с учетом сроков производства; схема поставки – модель определяет необходимый набор логистических плечей и логистических операций, необходимых для доставки; стоимость поставки – модель определяет минимальную стоимость поставки (сумма стоимости закупки и всех логистических операций, включая доставку) с учетом требуемого набора логистических операций и стоимости закупки. Разработанная модель схемы поставки является основой для контроля над состоянием поставки посредством IoT 4.0. По сути, задача дальнейшего цифрового контроля призвана выявлять фактические отклонения по сроку, стоимости и составу поставки. Очевидно, что результаты моделирования являются необходимыми условиями для формирования

набора реперных точек и параметров контроля поставки, но не являются достаточными условиями для осуществления полноценного цифрового контроля над поставкой.

На следующем этапе были сформированы необходимые условия для осуществления контроля над системой поставок. Определим важное условие функционирования предлагаемой цифровой системы контроля над поставками – это возможность практической реализации в среднесрочной перспективе (3-5 лет). Исходя из этого условия возникает необходимость дополнительного согласования возможностей логистических операторов по срокам и стоимости исполнения логистических операций и возможностей производителей по срокам и стоимости отгрузки. Это необходимо для того, чтобы исключить возможные сбои из-за невозможности участников выполнить рамочные условия. Например, заявленные сроки производства производителями могут быть основаны на наличии буферных запасов данной продукции на складах производителя. Но, возможна ситуация, когда в момент формирования поставки данной продукции на складе может не оказаться. Очевидно, что уровень остатков у производителей зависит от регулярности спроса и возникающие отклонения в спросе могут приводить к отсутствию товара. Поэтому, требуется подтвердить заявленные сроки, на основании которых было осуществлено моделирование схемы поставки. То же самое касается и возможностей логистических операторов. Рамочные условия обозначались операторами исходя из планирования загрузки собственных ресурсов при нормальных плановых объемах. При этом, возникающие неравномерности могут привести к дефициту ресурсов и невозможности операторов выполнить рамочные условия.

Определенные схемы, сроки и стоимость поставки должны быть детализированы в виде реперных точек по результатам работы каждого участника цепочки поставок, а иногда и по каждому плечу поставки. По каждой реперной точке необходимо определить, каким образом, в каком формате, с какой периодичностью будут эти данные передаваться. По мере развития технологий

способы сбора и учета данных могут меняться. Определение методов сбора данных по указанным реперным точкам было сведено в таблицу 2.5.

Таблица 2.5. - Сводная таблица требуемых ключевых параметров для возможности полноценного контроля над поставками

<b>Параметры</b>	<b>Описание</b>	<b>Цель контроля</b>
<b>Реперные точки контроля</b>	Дата отгрузки, дата выгрузки, дата таможенного оформления и прочие даты окончания и начала операций в процессе поставки. Точки контроля вытекают из схемы поставок	Отклонения в реперных точках являются предметом принятия управленческих решений для нивелирования рисков всей поставки в целом.
<b>Стоимость</b>	Каждая контролируемая операция должна быть расценена.	Стоимость отдельных логистических операций должна зависеть от качества исполнения операции. В случае срыва стоимость уменьшается, в случае ускорения, может увеличиваться.
<b>Методы сбора данных</b>	Интеграция со сторонними системами, установка датчиков, RFID меток и пр.	Методы сбора данных должны быть прописаны в контрактах с участниками цепочки поставок для нивелирования спорных ситуаций связанных с корректностью данных, влияющих на оплаты участникам.
<b>Прозрачная система смарт-контрактов</b>	Условия работы и расчетов с каждым участником, оформленные в виде электронного смарт-контракта.	Прозрачность условий всех участников цепочки поставок, а также прозрачность текущего состояния поставки позволяет влиять на конкретного участника цепочки поставок в режиме переговоров и выработки решений по возникающим сбоям. Возможны изменения условий с последующими участниками цепочки поставок при необходимости ускорения поставки.
<b>Интеграционная платформа</b>	Одна из существующих на рынке интеграционных платформ IoT 4.0, созданная для обработки различных типов данных, удовлетворяющих требованиям контроля поставок.	Необходима для сбора данных из различных источников и возможности их анализа в едином информационном пространстве.

Таким образом, по итогам описания механизмов контроля, нормирования и моделирования цепочки поставок можно сделать следующие выводы.

Исключительно сбор цифровых данных без понимания состава сравниваемых параметров и нормативно-плановых значений этих параметров не имеет определенного смысла. Часто приходится видеть, как на предприятиях собирается большое число цифровых данных, формируются архивы для их хранения, но они не практически не используются для план-фактного анализа. Прежде чем внедрять систему контроля IoT 4.0 необходимо определить базовые точки контроля в системе поставок, в которых наиболее часто происходят сбои, влияющие на сроки, состав и стоимость поставки. Исходя из этих параметров необходимо подбирать платформу IoT 4.0, на базе которой будет строиться сбор, обработка и структуризация цифровых данных. Каждая снимаемая цифра должна использоваться для анализа ситуации. Качество нормативного планирования цепочек поставки является важным элементом эффективности контроля. В случае, когда плановая модель поставки содержит ошибки, существуют риски срыва сроков поставки и несправедливого распределения ответственности за срывы сроков. Выявленные отклонения необходимо анализировать на предмет наличия системных сбоев, ошибок в процедуре принятия решений, а также в области корректного использования нормативной базы, состава исполнителей и поставщиков, алгоритмов математического моделирования и контроля (включая методы сбора и анализа). Возможны ситуации, когда сбои возникают из-за некачественной процедуры сбора и передачи данных. Эффективность предлагаемой системы контроля в рамках цепочки поставок будет возрастать с течением времени параллельно с развитием цифровых ИТ-технологий. В настоящее время подобный оцифрованный контроль цепочки поставок требует существенных инвестиций во внедрение IoT 4.0, а также в постановку системы моделирования поставок. В различных компаниях, зачастую, применяется ручной метод сбора данных и наложение факта на план в существующих BI-системах или ERP-системах. Данный подход очень трудоемок и связан с большим влиянием человеческого фактора.

По прогнозам автора, массовое распространение IoT 4.0 в цепочках поставок возникнет в 2023-2024 гг. Тогда же на рынке появятся специализированные

платформы IoT 4.0, адаптированные для контроля цепочек поставок. При этом комплексные инновационные системы поставок, охватывающие процессы принятия заявок, моделирования, автоматизированного расчета вознаграждения участников и цифрового контроля в едином информационном пространстве, получат распространение начиная с 2025 года.

## **Выводы по главе 2**

1. Организация эффективных систем обеспечения крупных промышленных холдингов базируется на моделировании показателей организации, планирования и управления целевыми схемами поставок и предусматривает получение принципиально нового инструмента эффективного планирования схемы поставок, основанного на многофакторном анализе всех стадий цепочки поставок, оперативном контроле отклонений, оптимизации параметров схемы поставок, с последующим ее завершением в нужном месте и в требуемые сроки с объективным распределением финансовой ответственности за изменение соответствующих параметров поставки между всеми участниками транспортно-логистического процесса (поставщик, заказчик, логистические операторы).

2. Основными инструментами моделирования показателей цепочки поставок являются: использование механизма имитационного математического моделирования на стадии планирования и выбора оптимальных схем поставок по принципам «total cost»; использование механизма IoT 4.0 на стадии оперативного контроля поставок для получения автоматизированных данных о текущем состоянии поставки и выявления величины отклонений; использование технологии блокчейн для обеспечения корректности исторических данных и фиксации исполнения запланированных обязательств участниками цепочки поставок в рамках смарт-контрактов; осуществления эффективного электронного документооборота.

3. В разработанной модели планирования и управления целевыми схемами поставок предлагается использовать эффективный механизм справедливого распределения ответственности за срыв поставки, основанный на технологии

«блокчейн». Данный механизм подразумевает, что любой штраф, выставляемый за срыв поставки, должен иметь ответственного внутри цепочки поставок, так же, как и любое ускорение своего участка ответственности, которое привело к сокращению или исключению штрафа, должно иметь следствие в виде бонуса. Данный механизм распределения ответственности является основополагающим элементом мотивации всех участников цепочки поставок на исполнение поставки «в срок» и требуемого состава самой поставки.

4. В качестве базовых переменных имитационного моделирования показателей целевых схем поставок были использованы: срок поставки (по результатам моделирования определяется возможный срок поставки исходя из набора требуемых логистических операций и с учетом сроков производства); схема поставки (по результатам моделирования определяется необходимый набор логистических плечей и логистических операций, необходимых для доставки); стоимость поставки (по результатам моделирования определяется минимальную стоимость поставки (сумма стоимости закупки и всех логистических операций, включая доставку) с учетом требуемого набора логистических операций и стоимости закупки).

5. Основной задачей цифровизации в модели планирования и управления целевыми схемами поставок является фиксация параметров поставки (сроки, состав, стоимость) на всех её стадиях для расчета величины вознаграждений участников, выявления отклонений по ходу поставки и принятие решений по её изменению, а также выявление системных отклонений для последующей корректировки параметров алгоритма выбора поставщиков и операторов.

### 3. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПРАВЕДЛИВОЙ ЦЕНЫ В СИСТЕМАХ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПОЧКАМИ ПОСТАВОК

#### **3.1. Разработка моделей определения справедливой цены в системах планирования и управления цепочками поставок промышленных холдингов**

Эффективное, качественное и экономичное исполнение любого бизнес-процесса, в качестве которого рассматривается управление цепочками поставок в промышленном холдинге, обеспечивается двумя важными условиями: во-первых, наличием необходимого уровня мотивации каждого участника, соответствующей общей мотивации процесса; во-вторых, контролем и учетом данных для справедливого определения ответственности за достижения или сбои в рамках реализации процесса поставки. Очень часто при дискуссиях о мотивации говорится о каких-то ментальных условиях, которые лежат в зоне сознания участников бизнес-процессов, корпоративной культуры, вовлеченности, самомотивации и пр. Обозначенные условия являются необходимыми, но далеко недостаточными. Существует еще масса прочих условий, которые требуются для обеспечения эффективности, но именно эти два условия являются базовыми. Отсутствие исполнения любого из этих условий может перечеркнуть усилия по обеспечению прочих системных и более ресурсоемких условий. В этой связи, создание и практическое внедрение различных вариантов модели планирования и управления цепочками поставок в промышленных холдингах может обеспечить выполнение вышеуказанных условий эффективности и является актуальной научной и практической задачей [45,51,64,168]. Если сравнить мотивацию участников сложной схемы поставок, в которой присутствует производитель, складские, транспортные и таможенные операторы с мотивацией участников какой-либо коммерческой цепочки, то можно увидеть кардинальные отличия. При детальном анализе становится очевидно, что в торгово-коммерческой деятельности любые

ошибки, сбои или наоборот достижения прямым образом влияют на финансовый результат участников. Закупка невостребованного товара оборачивается неликвидными запасами; несвоевременная поставка – упущенными продажами; срыв отгрузки товара в срок – отказом клиента от продукции; некачественный товар – прямыми убытками. Такой рынок можно назвать саморегулируемым в плане мотивации и контроля, выдавливающим тех, кто принимает неверные управленческие решения и наоборот, вознаграждающим тех, кто умеет работать экономично и ответственно. В такой саморегулируемой системе участник несет прямую и справедливую финансовую ответственность за принимаемые управленческие решения [132,139].

В управлении поставками прописываемая ответственность с локальным участником цепочки, как правило, никоим образом не связана с конечным результатом всей цепочки поставок. Например, у дилера, который заказывает товар у поставщика, могут быть такие условия сотрудничества с торговыми сетями, что просрочка поставки на некоторое время может привести к большим штрафным санкциям. Если какой-либо участник цепочки поставок, например таможенный брокер, срывает сроки растаможивания грузов, он никогда не несет ответственность за потери дилера, связанные с ответственностью перед его клиентом. Так же, как и любой другой логистический оператор в цепочке, штрафы которого никак не связаны с конечными потерями Заказчика. То же самое справедливо и к участникам цепочки поставок, которые, наоборот, ускоряют процесс поставки и могут избавить дилера от потерь. Например, тот же таможенный брокер получил товар на сутки позже запланированного срока, но обеспечил растаможивание на сутки раньше. В существующей контрактной системе управления он не получит за это никаких преференций. В этой связи данная система договорных отношений выглядит несправедливо и создает финансовый дисбаланс. Под финансовым дисбалансом будем понимать ситуацию, когда по контрактным обязательствам сумма выводимых денег из цепочки поставок не равна сумме поступающих денег. Такая ситуация порождает конфликты между участниками цепочки, и, как правило, принимаемое решение

учитывает интересы или более влиятельной структуры, или структуры, которая является держателем финансов. Финансовый дисбаланс усугубляется, когда срыв поставок приносит клиенту ущерб, существенно превышающий сумму штрафных санкций. В результате описанной несправедливости возникают следующие нежелательные явления на рынке закупок и логистики: наличие на рынке производителей, логистических и таможенных операторов, которые не исполняют свои обязательства; низкий уровень логистического сервиса, возникающий из-за отсутствия у участников цепочки поставок прямых выгод для себя «ускорять» сроки поставки или нести дополнительные финансовые затраты в случае необходимости удержания требуемых сроков; рост цен по всей цепочке поставок ввиду частых срывов сроков стыков (передача товара от одного участника к другому), что приводит к необходимости срочного перепланирования ресурсов и лишним затратам; заблаговременные заказы больших партий конечными потребителями ввиду рисков срыва сроков поставок. Таким образом, существует необходимость разработки технологии расчета справедливой цены для оплаты услуг всех участников цепочки поставок. Такая технология должна быть саморегулируема и легко контролируема. Для создания такого подхода необходимо сформировать формализованное описание и базовые принципы технологии осуществления цепочки поставок, а также разработать модель определения уровня справедливой цены в цепочках поставок в крупных промышленных холдингах. Исходное множество участников цепочки поставок состоит из следующих элементов: клиент; транспортно-логистический оператор; производитель; логистические операторы. Под операторами подразумевается любой из возможных участников цепочки поставок: транспортный оператор (морские перевозки, железнодорожные перевозки, автотранспорт, авиаперевозки и пр.); складской оператор; таможенный брокер; прочие участники транспортно-логистических отношений. Базовая модель процесса определения вознаграждения каждого участника с учетом штрафов и бонусов представлена на рисунке 3.1. Базовые формулы и алгоритм расчета вознаграждений участников в различных ситуациях и схемах поставок соответствуют модели планирования и управления

целевыми схемами поставок транспортно-логистического бизнес-процесса (рисунок 3.2).

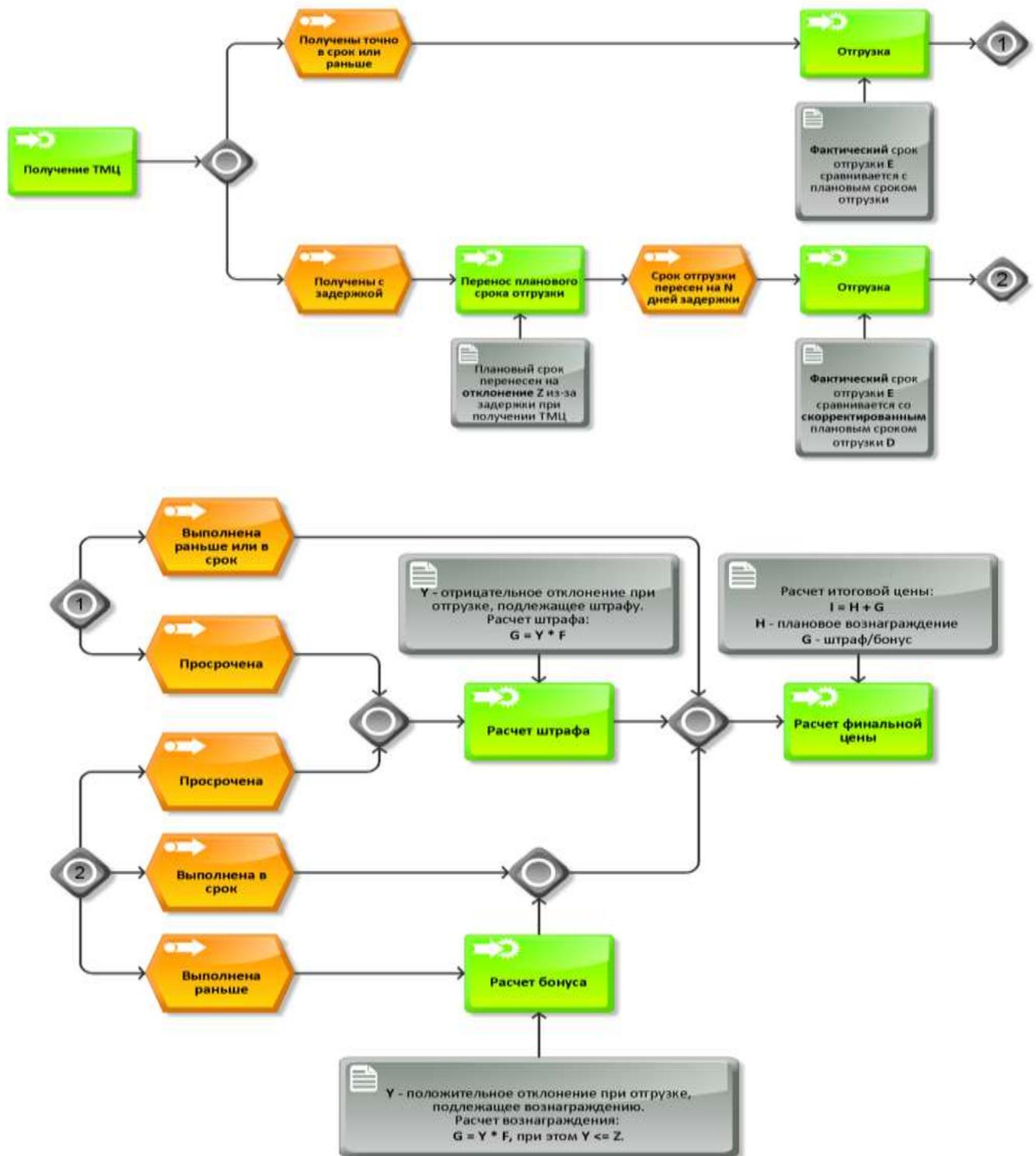


Рисунок 3.1 – Базовая модель процесса определения вознаграждения участников цепочки поставок с учетом штрафов и бонусов

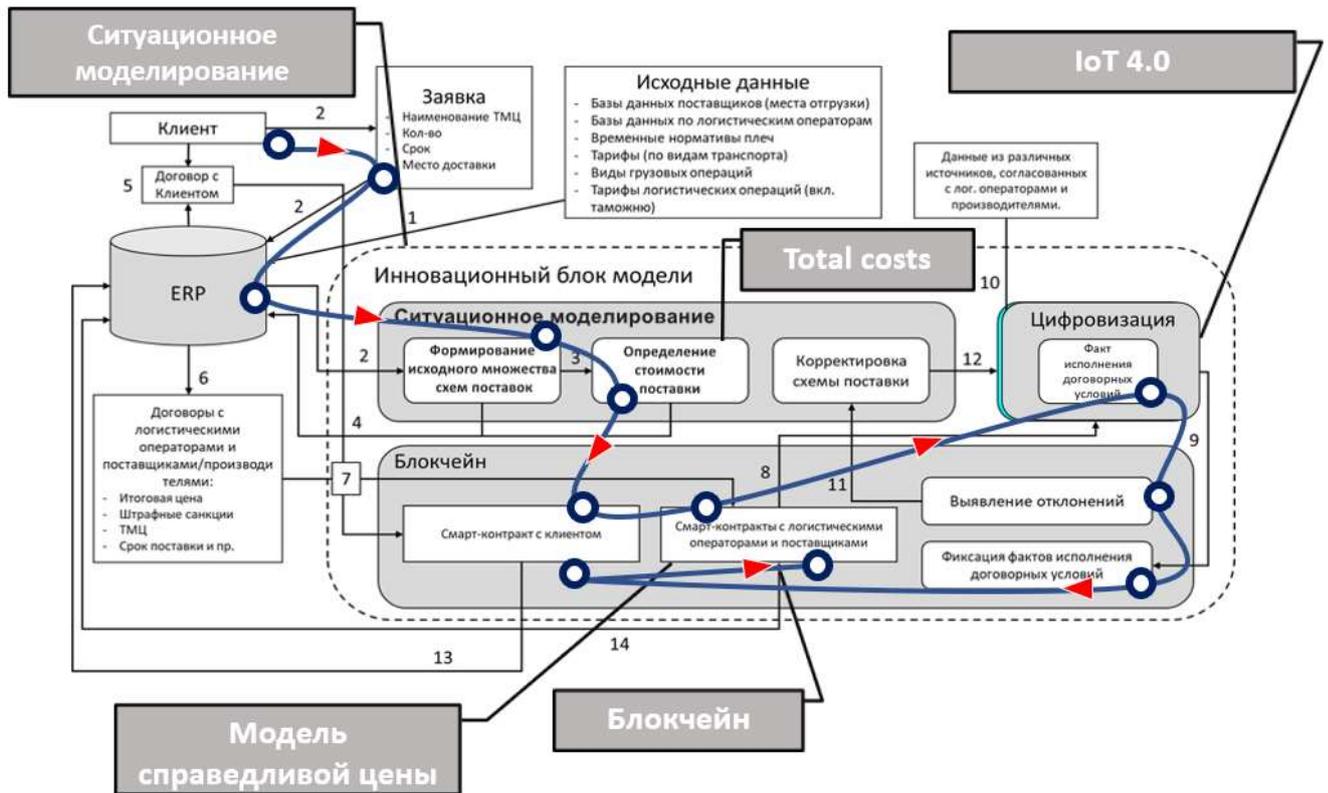


Рисунок 3.2 – Модель определения справедливой цены в системе планирования и управления цепочками поставок

На этой основе рассмотрим возможные ситуации, возникающие в цепочке поставок, для иллюстрирования работы технологии расчета справедливой цены. Для всех ситуаций принимаем, что состав поставки остается неизменным, а рассматриваем только возникающую ответственность за сроки и стоимость. Для удобства демонстрации различных ситуаций использования модели принимаем условную стоимость (100 тыс. руб.) и время поставки (14 дней).

Ситуация №1. «Исполнение точно в срок каждого участника и всей поставки» (рисунок 3.3) показывает распределение ответственности в ситуации, когда все участники соблюдают договоренные сроки. Естественно, следствием соблюдения сроков каждого участника поставки является соблюдение сроков поставки в целом и отсутствие штрафных санкций для холдингового оператора и каждого из участников цепочки. В данном случае фактические данные для моделирования остаются равными базовым данным из контрактов. Данную ситуацию можно назвать «идеальной» или «целевой».

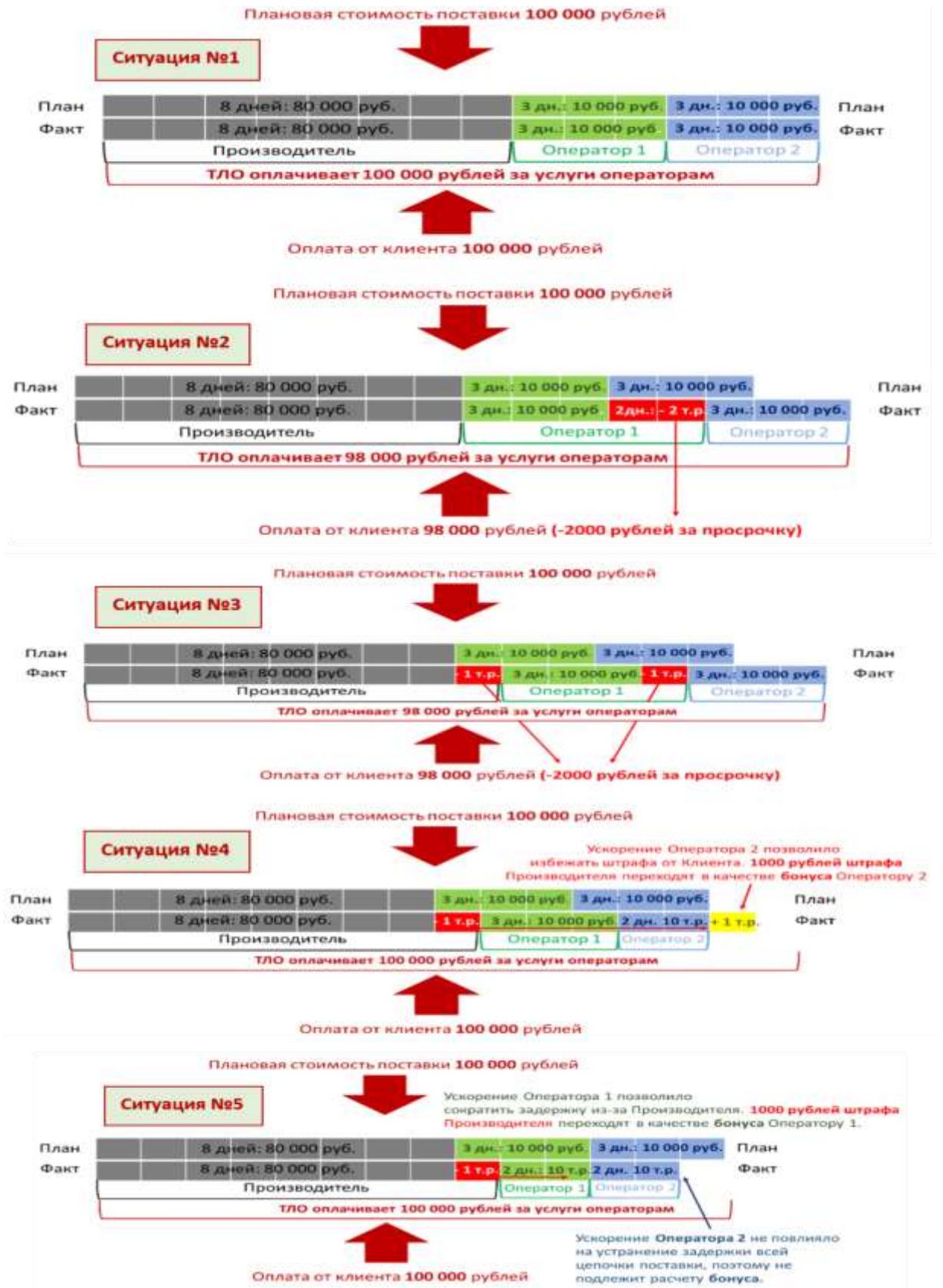


Рисунок 3.3 – Исходное множество возможных ситуаций в модели расчета справедливой цены, возникающих в цепочке поставок промышленного холдинга

Весь подход к организации справедливого распределения ответственности подразумевает, что весь рынок производителей, поставщиков и логистических операторов будет постепенно повышать уровень сервиса и процент исполнения договорных условий «точно в срок» и доля ситуаций №1 на рынке будет повышаться.

Ситуация №2. «Исполнение поставки со срывом срока поставки по вине одного из участников цепочки» показывает распределение ответственности в ситуации, когда два участника цепочки поставок выполнили сроки своих обязательств «точно в срок», а один участник сорвал сроки на 2 дня. Соответственно, сроки всей поставки также были сорваны на 2 дня.

Ситуация №3. «Исполнение поставки со срывом срока поставки по вине двух участников цепочки» показывает распределение ответственности в ситуации, когда один участник цепочки поставок выполнил сроки своих обязательств «точно в срок», а два участника сорвали сроки на 1 день каждый. Соответственно, сроки всей поставки также были сорваны на 2 дня.

Ситуация №4. «Исполнение поставки без общего срыва сроков поставки, но со срывами и ускорениями сроков поставки участников цепочки» показывает распределение ответственности в ситуации, когда один участник цепочки поставок выполнил сроки своих обязательств «точно в срок», один участник сорвал срок на 1 день, а один участник ускорил свой участок поставки на 1 день.

Соответственно, сроки всей поставки остались без изменений, но при различном вкладе каждого участника.

Ситуация №5. «Исполнение поставки раньше плановых сроков, но со срывами и ускорениями сроков поставки участников цепочки» показывает распределение ответственности в ситуации, когда один участник сорвал срок на 1 день, а два участника ускорили свой участок поставки на 1 день каждый. Соответственно, сроки всей поставки были сокращены на 1 день.

Использование данных принципов построения модели предопределило объективную необходимость создания безусловных и автоматизированных источников информации о состоянии поставки. В настоящее время система

контроля над ходом поставок характеризуется несколькими нежелательными явлениями, которые существенно затрудняют принятия однозначных решений по месту возникновения срыва и ответственного за него. В работе проведен анализ существующих ключевых нежелательных явлений в цепочке поставок, которые не позволяют однозначно определять ответственность участников.

Одной из значимых причин является поиск ответственного с существенной задержкой времени. Часто возникают ситуации, когда разбор ситуации возникает постфактум и найти истину становится невозможным даже в долгих и дорогостоящих судебных разбирательствах. В этом случае штрафные санкции могут вменяться невиновному участнику, либо не назначаться совсем из-за отсутствия возможности определения виновного.

Кроме того, использование модели усложняется отсутствием единых источников данных. Как правило, каждый из участников цепочки поставок использует собственные методы контроля над ходом поставки. Одни используют управленческие методы контроля по GPS- датчикам, либо штрих-кодирование или RFID-метки, другие ориентируются на ручные записи в информационной системе и проставляет статус только на основании внесения данных с первичной документации и т.д. Такое разнообразие источников первичной информации приводит к тому, что в результате сбоя сроков поставок участники предлагают в качестве доказательства своей невиновности, или виновности другого участника свои собственные данные.

Для сокращения или исключения описанных выше явления необходимо использовать автоматизированную систему сбора и анализа данных по поставкам, отвечающую следующим условиям: данные должны поступать оперативно, желательно в режиме «онлайн»; данные должны поступать из источников, принятых участниками цепочки поставок; должны быть согласованы не только источники и методы получения данных, но и сами точки контроля; точки контроля, методы и источники сбора данных должны быть отражены в смарт-контрактах.

Например, для контроля над работой железнодорожного оператора возможно согласование использования данных из системы «ЭТРАН» (рисунок 3.4). В смарт-

контракте прописывается ответственность железнодорожного оператора о предоставлении данных (например, номер вагона или номер заказа) на основании которого силами холдингового ТЛО будут получать данные из системы «ЭТРАН» и определяться текущее состояние поставки (в том числе, дату окончания перевозки) [93].

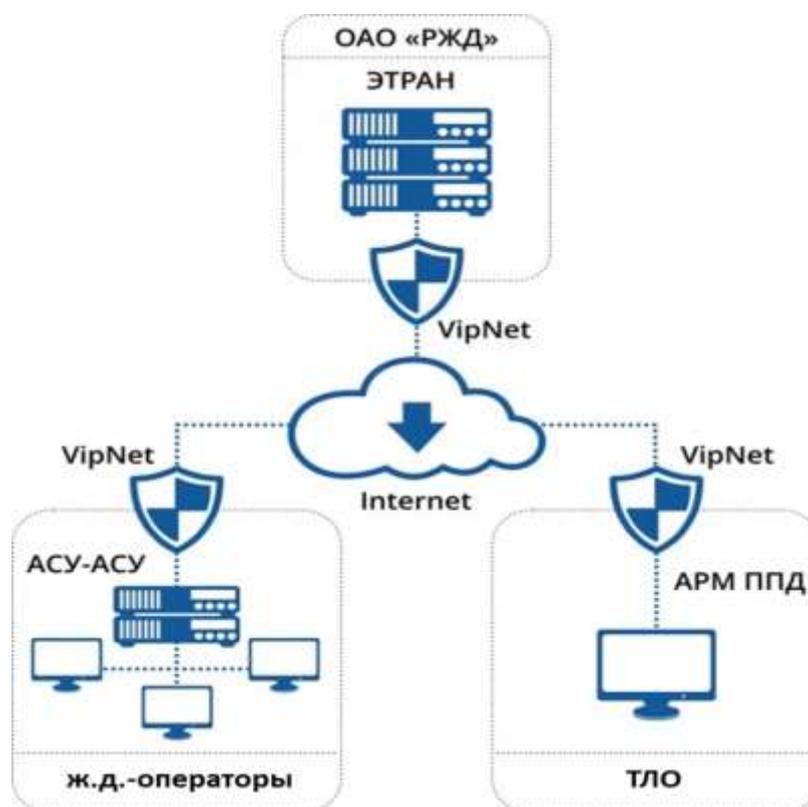


Рисунок 3.4 – Определение текущего состояния поставки и сбора транспортно-логистических данных с помощью системы «ЭТРАН»

Такой же подход примени и для авиа- и морских перевозок. При перевозках автотранспортом возможны другие методы контроля, например получение данных с GPS-датчика конкретной машины. В идеале, работоспособность механизма сбора данных может обеспечивать связкой двух инновационных технологий – «блокчейн» и «Интернет вещей», которая начинает развиваться в наше время и получила название ViOT (Blockchain Internet of Things) [2,76,80,81,86,91,113]. Объединение возможностей двух технологий позволит наладить интеграцию данных с множеством источников и обеспечить прозрачность для всех участников в режиме онлайн. ViOT позволит вести защищенную от несанкционированного

доступа запись всех действий, которые можно легко отслеживать на протяжении всей цепочки поставок.

Использование шифрования и распределенного реестра не позволяет пользователям изменять записи. Такой уровень прозрачности также делает «блокчейн» оптимальным решением для умных смарт-контрактов, поскольку эта технология позволяет автоматически оформлять или акцептовать соглашения при выполнении определенных условий, например после прибытия заказа в определенный пункт назначения.

Влияние блокчейна проявляется на протяжении всего жизненного цикла данных IoT: регистрация устройств в блокчейне; прослеживаемость данных от периферийного устройства до шлюза в блокчейн; безопасная обработка и передача данных.

Возможности (выгоды) предлагаемой технологии в борьбе с прочими нежелательными явлениями в цепочках поставок заключаются в следующем. Предлагаемая технология распределения ответственности и контроля позволяет решать множество других важных проблем, возникающих в процессе организации и управлении цепочками поставок, например, демпинг по срокам и стоимости недобросовестных поставщиков услуг и производителей. В настоящее время существует проблема недобросовестных поставщиков, которые ввязываются в проект поставки, не обладая достаточными ресурсами, чтобы выполнить обязательства точно в срок существующими ресурсами. Предлагаемый подход к распределению и контролю ответственности будет постепенно выдавливать таких участников, т.к. допуская срывы сроков они будут автоматически штрафоваться и гасить принесенный ущерб. Для таких участников будет доступен рынок поставок, в которых сроки не являются критичным фактором. Кроме того, будет запущен механизм завышения или занижения суммы штрафов за просрочку поставки клиентом. Завышая сумму штрафов за просрочку неадекватно реальной критичности поставки, клиент будет автоматически повышать стоимость поставки. Попытка же занизить штрафные санкции для критичного ТМЦ, чтобы выиграть на

стоимости поставки, может привести к срыву сроков и рискам для бизнеса клиента (таблица 3.1) [84,122].

Таблица 3.1 – Анализ соответствия различных типов товаров и рисков возникновения штрафных санкций за просрочку поставки

Характеристика поставляемого ТМЦ	Рекомендуемая сумма штрафа за просрочку	Риски завышения штрафов	Риски занижения штрафов
Нужен срочно и «точно в срок»	Относительно высокая	-	Занижение штрафов приведет к появлению среди участников цепочки поставок исполнителей ненадлежащего качества услуг.  Срыв поставки создаст риски для бизнеса, например, простои производства, которые не компенсируются полученными штрафами.
Не нужен срочно и «точно в срок».	Относительно низкая	Повышение стоимости поставки из-за повышения качества поставщиков услуг и продукции. Лишний запас надежности поставки не будет экономически оправдан.	-

Таким образом, можно сделать вывод, что предлагаемая технология ответственности за срывы сроков поставок автоматически регулирует и действия клиента по назначению штрафов за простои. В результате у клиента появляется инструмент управления качеством и стоимостью поставки в виде величины штрафов.

Еще один аспект, который возможно учесть в рамках разработанной модели является коррупция при проведении тендерных процедур и выбор «своих» компаний в качестве производителей и исполнителей. Несмотря на то, что тендерные процедуры подвергаются все более тщательному контролю, на рынке услуг пока еще существуют ситуации, когда тендеры выигрывают «нужные» компании, которые связаны общими интересами с заказчиками услуг. Такие компании могут не платить штрафы за просрочки, которые в тендерных требованиях указываются специально завышенными (для отсеечения конкурентов), либо могут быть существенно занижены сроки поставки, которые не будут выдержаны. Предлагаемая технология распределения ответственности существенно сокращает возможности подобных злоупотреблений. Представим ситуацию, когда в рамках ТЛЮ при выборе участников схемы поставки выбрали «своего производителя» или одного из операторов, которые выиграли тендер за счет искусственно сниженных сроков поставки и/или завышенных штрафов за срывы. В этой ситуации при отгрузке «своего участника» на 1-2 дня позже срока автоматически выставятся штрафные санкции (завышенные), и они будут перечислены или самому Клиенту за итоговую просрочку поставки, или какому-либо оператору в цепочке, который смог ускорить поставку. Такие риски потери денег сильно снижают интерес к манипулированию сроками, штрафами и исполнителями. Другими словами, при использовании смарт-контрактов на базе технологии «блокчейн», а также согласованных источников данных для определения статуса поставки по ходу ее использования, существенно сокращаются возможности «серых» схем, а следовательно, повышается качество поставок и снижается их стоимость.

При этом, любая созданная модель организации и управления бизнес-процессом со временем проходит этапы эволюции и уже сейчас есть понимание возможностей и перспектив развития данной технологии, а также путей ее совершенствования.

Оценка возможностей практической реализации предлагаемой модели дала понимание, что существует ряд поставок, когда желание клиента по срокам

доставки не соответствует рыночным возможностям операторов и производителей. Но при этом всегда существует возможность ускорения процесса посредством предоставления контрактных бонусов участникам цепочки поставок за ускорение поставки. Исполнитель не готов подписываться под требуемые сроки Заказчика, но готов приложить максимум усилий для сокращения сроков. В этой ситуации оптимальным решением является система бонусов. Например, клиенту необходимо получить требуемый товар максимально быстро (запчасть для важного оборудования), потому что простой оборудования стоит очень дорого для бизнеса. Срочная заявка, поданная в холдинговый ТЛЮ, была отработана и по ней был определен срок поставки. Более сжатые сроки утвердить в контрактах с производителем и логистическими операторами не получилось. В этой ситуации Клиент может назначить бонус за каждый день ускорения поставки и все участники цепочки поставок без риска штрафов будут иметь возможность заработать дополнительный бонус при ускорении поставки. Данный подход по своей сути близок к базовому подходу «от штрафов», но является зеркальным его отражением. Максимальная эффективность цепочки поставок может достигаться, когда используется мотивация «штрафами» и «бонусами».

Кроме того, перспективным методом повышения эффективности технологии является возможность переконтрактации в случае возникновения отставания от сроков поставки. В базовой модели подразумевается, что в случае отставания поставки ТЛЮ и клиент не имеют гарантий ускорения. Все участники мотивированы на то, чтобы сократить возникшее отставание, но будет это ускорение или нет - неизвестно. Для повышения плановости и ответственности участников предлагается использовать метод переконтрактации (рисунок 3.5). Например, производитель отгрузил продукцию на 2 дня позже планового срока и автоматически сгенерировал фонд в размере двойного суточного штрафа. ТЛЮ с помощью механизма «умных смарт-контактов» производит внутренний тендер, в результате которого участники цепочки могут взять на себя обязательства по сокращению сроков. При этом, право переконтрактации изначально получает ближайший участник цепочки. При его отказе право переходит к следующему

участнику, и так далее. Естественно, что участник, получивший право переконтрактации, получает возможность увеличения суммы своего вознаграждения.

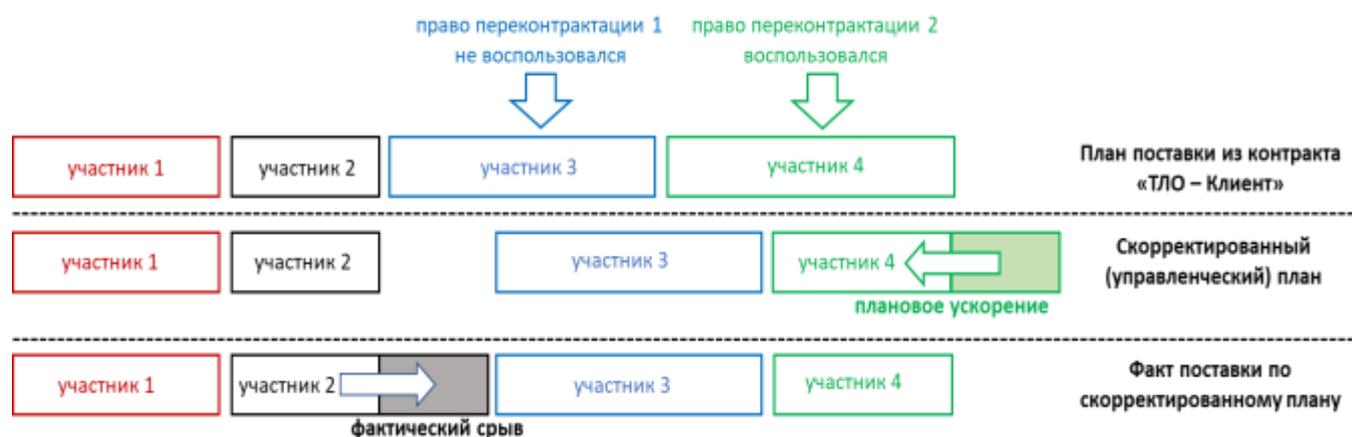


Рисунок 3.5 – Повышение эффективности функционирования технологии определения справедливой цены и распределения ответственности на основе метода переконтрактации

В результате можем представить ситуацию, что логистический оператор №1 и таможенный брокер дали согласие на плановое ускорение поставки на 1 день каждый. В этой связи заключаются новые контракты, в которых сумма вознаграждения логистического оператора №1 и таможенного брокера возрастают, но, в случае срыва нового срока поставки на них будет наложен штраф.

В ситуациях, когда сбой сроков поставки достигает критического значения и внутренняя переконтрактация не позволяет ускорить поставку до требуемого уровня, может быть применен метод «перемоделирования» цепочки поставок. В этой ситуации холдинговый ТЛО запускает процедуру ускоренных тендеров на исполнение оставшихся плеч поставки. В этом случае возможна ситуация, когда логистические операторы будут заменены на новых. При этом сумма тендера на оставшуюся часть поставки будет увеличена на сумму штрафа за срыв. В случае «перемоделирования» поставки возможны ситуации, когда будет изменен тип транспорта для поставки. Процесс «перемоделирования» должен являться юридически обоснованным для участников цепочки поставок, которые будут

заменены на других. Условие должно прописываться в контрактах и являться законным в случае, если участник цепочки не готов сам переконтрактовываться на новых условиях.

Предлагаемый подход к определению ответственности участников цепочки поставок за срывы сроков необходим для решения главной проблемы, связанной с непрозрачностью и отсутствием достоверного и принимаемого всеми участниками метода контроля. Данная технология также привлекательна тем, что она может совершенствоваться и варьироваться для самых разных ситуаций, реально возникающих в процессе поставок. Данный факт свидетельствует о том, что предлагаемая технология актуальна для пользователей, она демонстрирует все новые и новые возможности повышения и качества работы и возможности расширения функционала. Кроме того, создание первого комплексного автоматизированного прототипа технологии даст новый импульс к ее развитию.

### **3.2. Ситуационное моделирование справедливой цены и разработка механизма ситуационного управления цепочками поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга**

Разработанный комплекс моделей предопределяет объективную необходимость в идентификации параметров текущей ситуации и формировании множество управляющих решений, позволяющих достичь рациональных транспортно-логистических целевых ориентиров для осуществления поставки точно в срок. При этом, наличие высоких требований к временным и качественным параметрам цепочки поставок при наличии дефицита времени на принятие управленческих решений, неполнота, а, в отдельных случаях, и недостоверность исходной информации, большое количество факторных признаков, принимающих участие в процессе решения управленческих задач, качественная и стохастическая неопределенность параметров системы предопределяют необходимость использования принципов ситуационного моделирования [43,46,70,77,82,83,85,90,92].

В такой постановке текущее состояние (CS) задачи, принадлежащее некоторому классу транспортных задач Q, можно описать в виде ситуационной сети, в которой транспортные узлы (ТУ) графа (вектор состояния - SV) представлены перевалочными пунктами цепочки поставок, а соответствующие переходы (вектор возмущения - PV) - в виде управляющих воздействий характеризуют динамику изменения показателей состояния поставки.

Тогда, используя соотношение  $CS = \langle SV, PV \rangle$ , возможно определить понятие полной ситуации цепочки поставок  $F = \langle CS, U \rangle$  через целевую ситуацию управления U, принадлежащую множеству допустимых вариантов управлений Q'', к которой должно быть приведено текущее состояние системы вектором управляющих воздействий (CA). В такой постановке, для решения задачи необходимо обеспечить преобразование одного класса ситуаций в другой, используя следующее соотношение переходов  $CS \in Q \rightarrow U \in Q'' \cup (Q, Q'') \rightarrow CA$  в интерпретации следующих пар «текущее состояние (CS) – целевое эталонное состояние (RS)», «планируемый результат – управленческое воздействие», а построение ситуационной сети требует, в общем случае, наличия эталонного состояния (RS), в нашем случае реализации доставки «точно в срок», с некоторой совокупностью системных параметров и способом их представления, которым соответствуют сформированные совокупности управленческих решений (рисунок 3.6). Используя приведенные соотношения, под ситуационной событийной сетью, будем понимать структуру  $\langle TУ, CD, A, O, RS, SCS \rangle$ . Здесь  $TУ = \{TУ_1, TУ_2, \dots, TУ_N\}$  – множество транспортных узлов цепочки поставок, характеризующихся следующими параметрами  $TУ_k = (U_k, t_k, P_k)$ ,  $k \in [1, N]$ , где  $U_k$  – состояние транспортно-логистической системы в момент времени  $t_k$ ,  $P_k$  – вероятность нахождения системы в состоянии  $U_k$  в момент времени  $t_k$ .  $CD = \{CD_1, CD_2, \dots, CD_{NCD}\}$  – исходное множество управляющих решений, характеризующееся набором пар в виде управляющего воздействия и объекта управления.

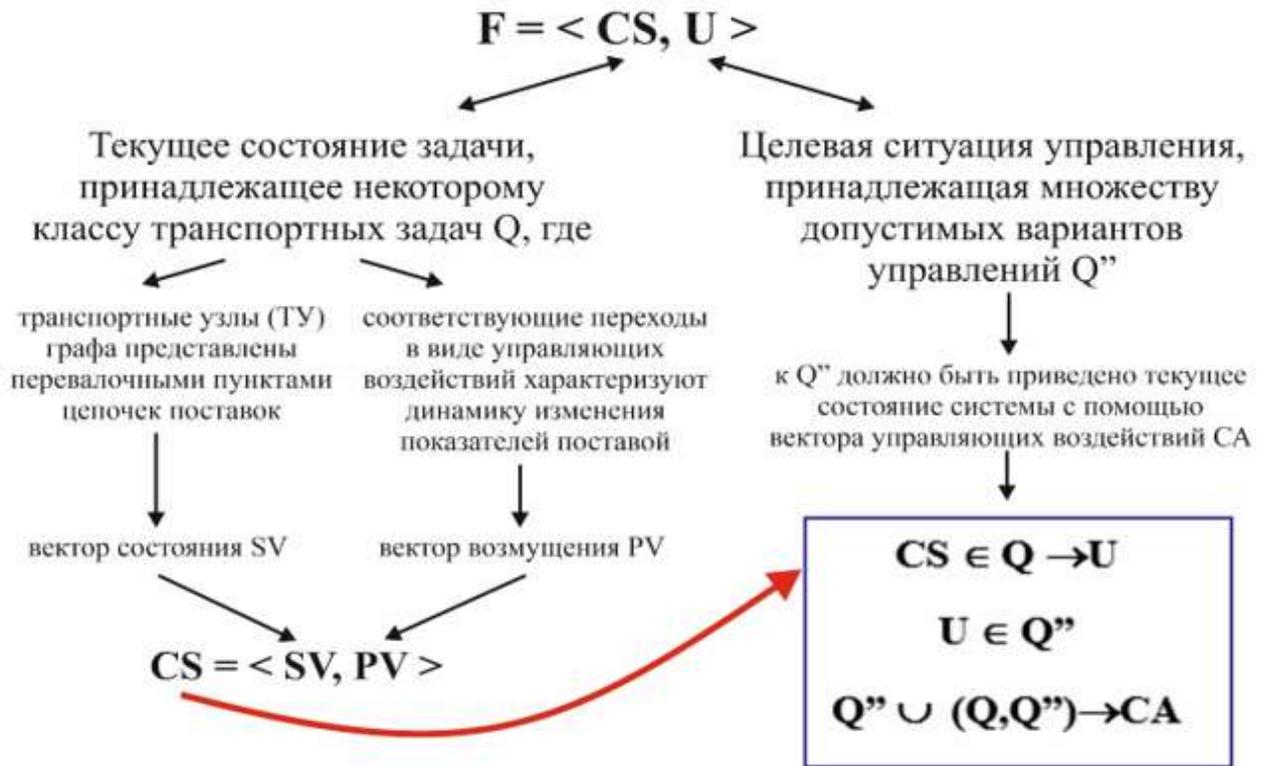


Рисунок 3.6 – Модель полной ситуации транспортно-логистической цепочки поставок

$CD_d = ((a_1, o_1), \dots, (a_j, o_j), \dots, (a_{N_{CD}}, o_{N_{CD}})), d \in [1, N_{CD}], a_j \in A \cup o_j \in O$ , где  $O = \{o_1, o_2, \dots, o_{N_o}\}$  – множество объектов транспортно-логистической сети, представляющих управляемую систему;  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_{N_a}\}$  – множество управляющих воздействий, которые возможно разделить по функциональным аспектам управления исходя из сценарного набора событий в транспортных узлах цепочки поставок. Соответствующая привязка текущего состояния поставки (CS) к управляющим решениям производится за счет формирования множества эталонных ситуаций «точно в срок»  $RS_1 = \{RS_1, RS_2, \dots, RS_{N_{RS}}\}, l \in [1, N_{RS}]$ .

Формирование сценариев реализации цепочки (SCS) поставок возможно представить как способ адаптации модели к изменениям факторов управляемой системы и обеспечение привязки эталонных состояний (RS) текущему (CS), т.е.  $SCS: (RS, U_k) \rightarrow CD$ . Моменты времени в модели представлены с определенным шагом  $\Delta t$  совокупностью дискретных состояний  $\{0, t_1, \dots, T_z\}$ , а переход между узлами по направленной дуге соответствует некоторому управляющему

воздействию, реализуемому в моменте времени кратному ( $m\Delta t$ ),  $m \in \mathbb{N}$ ,  $\mathbb{N} = \{1, 2, \dots, n, \dots\}$ . Таким образом, под соответствующим результирующим событием в транспортном узле цепочки поставок будем понимать возможное нахождение груза как элемента управляемой системы в определенный момент времени ( $t_0 + m\Delta t$ ) в состоянии  $U_k$  с вероятностью  $P_k$  (рисунок 3.7).

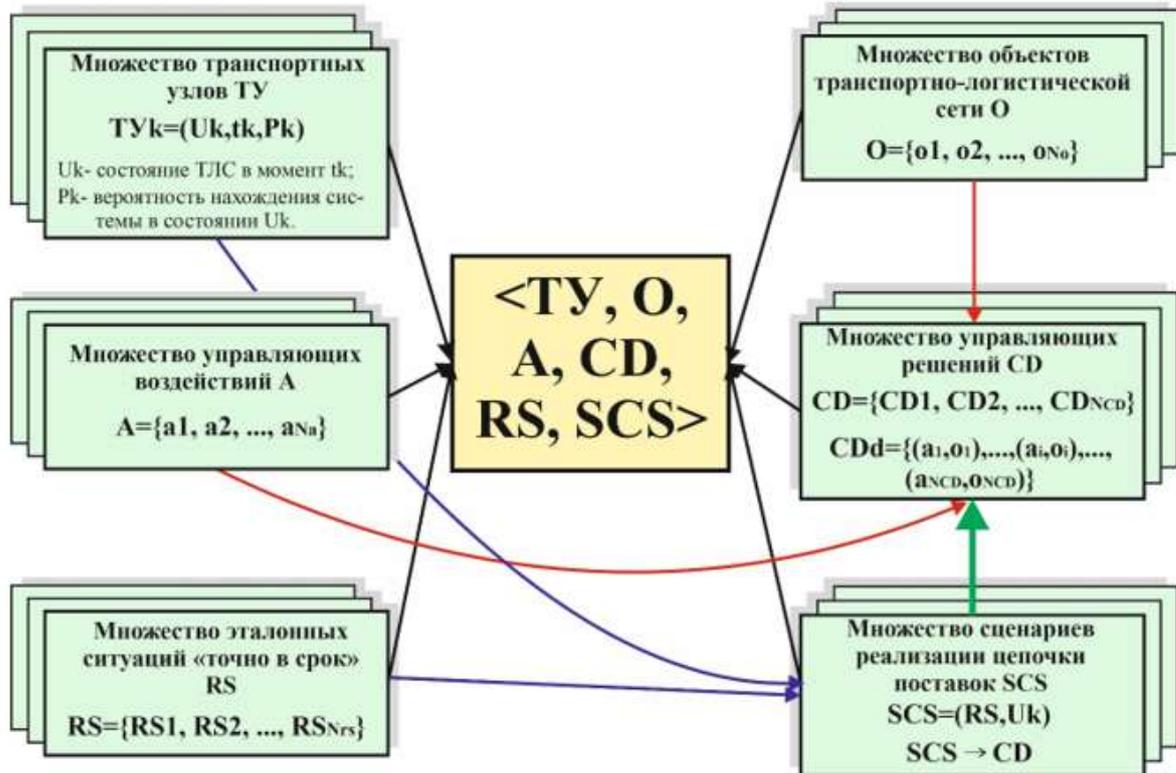


Рисунок 3.7 – Ситуационная транспортно-логистическая модель цепочки поставок

Наличие исходного множества сформированных ситуационных схем поставок предопределили необходимость реализации процедуры сценарного моделирование справедливой цены в транспортных узлах системы управления цепочками поставок [48,53,60,68,89].

Обозначим исходное множество транспортных узлов в цепочке поставок  $\{I\} = \{1, 2, \dots, i, i+1, \dots, N\}$ , где  $N$  - количество транспортных узлов в SCM (Supply Chain Management (SCM) – управление цепочками поставок).

Для реализации сценарного подхода в качестве базового элемента модели рассмотрим фрагмент цепочки поставок, состоящий из двух транспортных узлов: ТУ (i) - транспортный узел (i)  $\forall i \in \{I\}$ ; ТУ (i+1) - транспортный узел (i+1)  $\forall (i+1) \in \{I\}$  (рисунок 3.8). Грузопоток товарно-материальных ценностей в транспортных узлах характеризуется следующими основными параметрами:  $t_{д}^{пл}(i, i + 1)$  - плановое время доставки груза из транспортного узла (i)  $\forall i \in \{I\}$  в транспортный узел (i+1)  $\forall (i+1) \in \{I\}$ ;  $t_{д}^{\phi}(i, i + 1)$  - фактическое время доставки груза из транспортного узла (i)  $\forall i \in \{I\}$  в транспортный узел (i+1)  $\forall (i+1) \in \{I\}$ .

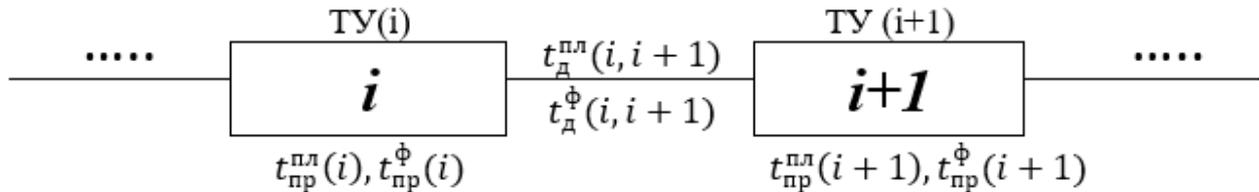


Рисунок 3.8 – Двухузловая модель цепочки поставок

Комплекс погрузочно-разгрузочных работ в ТУ(i) и ТУ (i+1) характеризуется следующими параметрами:  $t_{пр}^{пл}(i)$  и  $t_{пр}^{\phi}(i)$  - плановое и фактическое время осуществления погрузочно-разгрузочных работ в транспортном узле (i)  $\forall i \in \{I\}$ ;  $t_{пр}^{пл}(i + 1)$  и  $t_{пр}^{\phi}(i + 1)$  - плановое и фактическое время осуществления погрузочно-разгрузочных работ в транспортном узле (i+1)  $\forall (i+1) \in \{I\}$ .

Тогда, суммарное плановое  $T_{цп}^{пл}(N)$  и фактическое  $T_{цп}^{\phi}(N)$  время осуществления всей цепочки поставок для N транспортных узлов будут равны следующим соотношениям

$$T_{цп}^{пл}(N) = (\sum_{i=1}^{i=N} t_{пр}^{пл}(i) + \sum_{i=1}^{i=(N-1)} t_{д}^{пл}(i, i + 1)) \forall i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

$$T_{цп}^{\phi}(N) = (\sum_{i=1}^{i=N} t_{пр}^{\phi}(i) + \sum_{i=1}^{i=(N-1)} t_{д}^{\phi}(i, i + 1)) \forall i = \overline{1, N}. \quad (2)$$

При этом время отклонения  $\Delta T_{цп}(N)$  по всей цепочке поставок для N транспортных узлов соответственно равно  $\Delta T_{цп}(N) = T_{цп}^{пл}(N) - T_{цп}^{\phi}(N)$ . Знак

величины отклонения характеризует наличие разрыва между плановыми и фактическими сроками поставки (рисунок 3.9).

$$\Delta T_{\text{цп}}(N) = \begin{cases} > 0, \text{ поставка "раньше", } \{T_{\text{цп}}^{\phi 1}(N) \mid T_{\text{цп}}^{\phi 1}(N) < T_{\text{цп}}^{\text{пл}}(N)\}, \\ = 0, \text{ поставка "точно в срок", } \{T_{\text{цп}}^{\phi}(N) \mid T_{\text{цп}}^{\phi}(N) = T_{\text{цп}}^{\text{пл}}(N)\}, \\ < 0, \text{ поставка "позже" } \{T_{\text{цп}}^{\phi 2}(N) \mid T_{\text{цп}}^{\phi 2}(N) > T_{\text{цп}}^{\text{пл}}(N)\}. \end{cases} \quad (3)$$

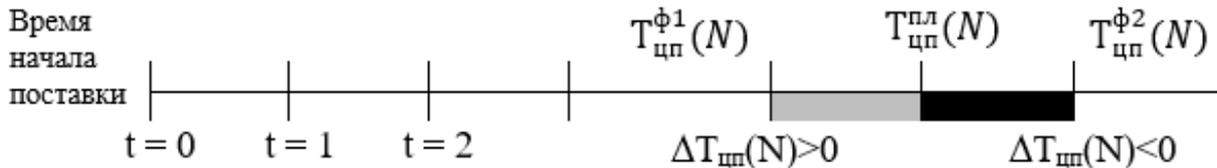


Рисунок 3.9 – Анализ величины отклонений в длительности всей цепочки поставок

Для фиксации временных отрезков нахождения груза в системе цепочки поставок введем параметры, характеризующие время получения и отгрузки товарно-материальных ценностей:  $t_{\text{пп}}(i)$ ,  $t_{\text{фп}}(i)$  - плановое и фактическое время получения груза в узле  $(i) \forall i \in \{I\}$ . С учетом длительности транспортировки груза из ТУ $(i)$  в ТУ  $(i+1)$  плановое  $t_{\text{пп}}(i+1)$  и фактическое  $t_{\text{фп}}(i+1)$  время получения груза в ТУ  $(i+1)$  будет равно  $t_{\text{пп}}(i+1) = t_{\text{пп}}(i) + t_{\text{пр}}^{\text{пл}}(i) + t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i+1)$  и  $t_{\text{фп}}(i+1) = t_{\text{фп}}(i) + t_{\text{пр}}^{\phi}(i) + t_{\text{д}}^{\phi}(i, i+1)$ . Исходя из расчета длительности погрузочно-разгрузочных работ в ТУ плановое  $t_{\text{по}}(i)$  и фактическое  $t_{\text{фо}}(i)$  время отгрузки груза в узле  $(i) \forall i \in \{I\}$  будет равно  $t_{\text{по}}(i) = t_{\text{пп}}(i) + t_{\text{пр}}^{\text{пл}}(i)$  и  $t_{\text{фо}}(i) = t_{\text{фп}}(i) + t_{\text{пр}}^{\phi}(i)$ , а плановое  $t_{\text{пп}}(i+1)$  и фактическое  $t_{\text{фп}}(i+1)$  время отгрузки груза в узле  $(i+1) \forall (i+1) \in \{I\}$  будет равно  $t_{\text{по}}(i+1) = t_{\text{пп}}(i+1) + t_{\text{пр}}^{\text{пл}}(i+1)$  и  $t_{\text{фо}}(i+1) = t_{\text{фп}}(i+1) + t_{\text{пр}}^{\phi}(i+1)$  соответственно.

Для расчета отклонение факта получения груза  $\Delta t_{\text{п}}(i)$  и  $\Delta t_{\text{п}}(i+1)$  в узлах  $(i) \forall i \in \{I\}$  и  $(i+1) \forall (i+1) \in \{I\}$  воспользуемся следующими соотношениями  $\Delta t_{\text{п}}(i) = t_{\text{фп}}(i) - t_{\text{пп}}(i)$  и  $\Delta t_{\text{п}}(i+1) = t_{\text{фп}}(i+1) - t_{\text{пп}}(i+1)$ . Относительно времени начала поставки отклонения от факта получения груза характеризуются несколькими состояниями: груз получен «позже»; «точно в срок»; «раньше» (рисунок 3.10, 3.11).

$$\Delta t_{\text{п}}(i) = \begin{cases} > 0, \text{ получение "позже", } \{ \Delta t_{\text{п}}(i) \mid t_{\text{п}}^1(i) < t_{\text{фп}}(i) \}, \\ = 0, \text{ получение "точно в срок", } \{ \Delta t_{\text{п}}(i) \mid t_{\text{п}}^1(i) = t_{\text{фп}}(i) \}, \\ < 0, \text{ получение "раньше", } \{ \Delta t_{\text{п}}(i) \mid t_{\text{п}}^1(i) > t_{\text{фп}}(i) \}. \end{cases} \quad (4)$$

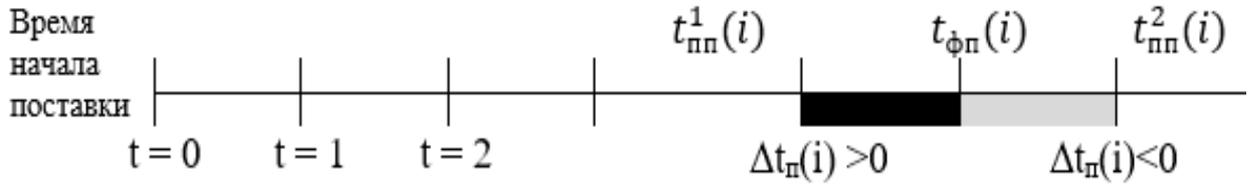


Рисунок 3.10 – Анализ величины отклонений факта получения груза в транспортном узле (i)

$$\Delta t_{\text{п}}(i+1) = \begin{cases} > 0, \text{ получение "позже", } \{ \Delta t_{\text{п}}(i+1) \mid t_{\text{п}}^1(i+1) < t_{\text{фп}}(i+1) \}, \\ = 0, \text{ получение "точно в срок", } \{ \Delta t_{\text{п}}(i+1) \mid t_{\text{п}}^1(i+1) = t_{\text{фп}}(i+1) \}, \\ < 0, \text{ получение "раньше", } \{ \Delta t_{\text{п}}(i+1) \mid t_{\text{п}}^1(i+1) > t_{\text{фп}}(i+1) \}. \end{cases} \quad (5)$$

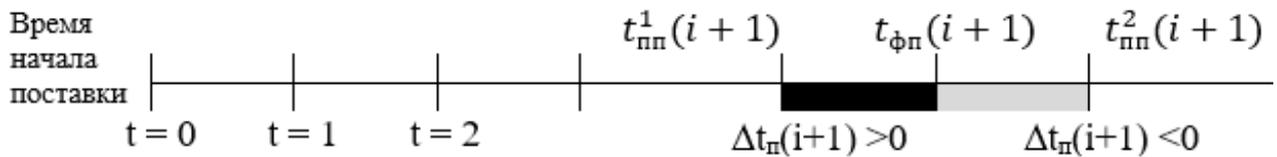


Рисунок 3.11 – Анализ величины отклонений факта получения груза в транспортном узле (i+1)

Факт отгрузки товарно-материальных ценностей и величину отклонений  $\Delta t_o(i)$  и  $\Delta t_o(i+1)$  по данным параметрам в узле (i)  $\forall i \in \{I\}$  и в узле (i+1)  $\forall (i+1) \in \{I\}$  возможно отразить следующими соотношениями  $\Delta t_o(i) = t_{\text{по}}(i) - t_{\text{фо}}(i)$  и  $\Delta t_o(i+1) = t_{\text{по}}(i+1) - t_{\text{фо}}(i+1)$ . Состояние отклонений от плана отгрузки возможно отразить в следующем виде (рисунок 3.12, 3.13):

$$\Delta t_o(i) = \begin{cases} > 0, \text{ отгрузка "раньше", } \{\Delta t_{\text{пп}}(i) \mid t_{\text{пп}}^1(i) < t_{\text{фп}}(i)\}, \\ = 0, \text{ отгрузка "точно в срок", } \{\Delta t_{\text{пп}}(i) \mid t_{\text{пп}}^1(i) = t_{\text{фп}}(i)\}, \\ < 0, \text{ отгрузка "позже", } \{\Delta t_{\text{пп}}(i) \mid t_{\text{пп}}^1(i) > t_{\text{фп}}(i)\}. \end{cases} \quad (6)$$

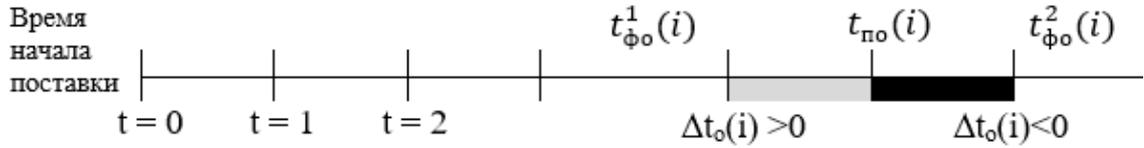


Рисунок 3.12 – Анализ величины отклонений факта отгрузки груза в транспортном узле (i)

$$t_o(i+1) = \begin{cases} > 0, \text{ отгрузка "раньше", } \{\Delta t_{\text{пп}}(i+1) \mid t_{\text{пп}}^1(i+1) < t_{\text{фп}}(i+1)\}, \\ = 0, \text{ отгрузка "точно в срок", } \{\Delta t_{\text{пп}}(i+1) \mid t_{\text{пп}}^1(i+1) = t_{\text{фп}}(i+1)\}, \\ < 0, \text{ отгрузка "позже", } \{\Delta t_{\text{пп}}(i+1) \mid t_{\text{пп}}^1(i+1) > t_{\text{фп}}(i+1)\}. \end{cases} \quad (7)$$

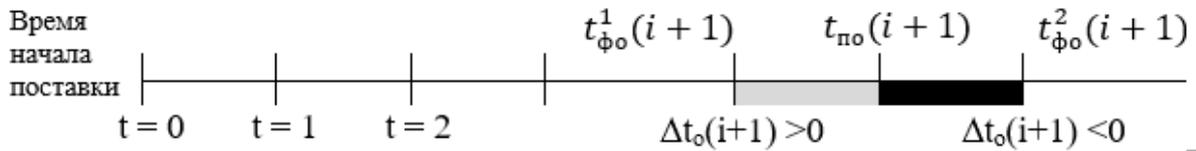


Рисунок 3.13 – Анализ величины отклонений факта отгрузки груза в транспортном узле (i+1)

Формирование сценариев реализации цепочки поставки на ТУ (i) и ТУ (i+1) возможно осуществить на основе следующих предпосылок. Для некоторых ТУ возможно допустить, что  $t_{\text{пп}}^{\text{пл}}(i) \cong t_{\text{пп}}^{\text{ф}}(i) \wedge t_{\text{пп}}^{\text{пл}}(i+1) \cong t_{\text{пп}}^{\text{ф}}(i+1)$  пренебрежимо малы, относительно  $t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i+1)$ . Следовательно,  $t_{\text{пп}}^{\text{пл}}(i) \cong t_{\text{пп}}^{\text{ф}}(i) \cong 0 \wedge t_{\text{пп}}^{\text{пл}}(i+1) \cong t_{\text{пп}}^{\text{ф}}(i+1) \cong 0$ , тогда получим, что  $t_{\text{фо}}(i) = t_{\text{фп}}(i) + t_{\text{пп}}^{\text{ф}}(i) \Leftrightarrow t_{\text{фо}}(i) \cong t_{\text{фп}}(i) \wedge t_{\text{фо}}(i+1) = t_{\text{фп}}(i+1) + t_{\text{пп}}^{\text{ф}}(i+1) \Leftrightarrow t_{\text{фо}}(i+1) \cong t_{\text{фп}}(i+1)$ . Непосредственное формирование сценариев происходит посредством имитационного перебора всех возможных состояний, возникающих в ТУ при осуществлении поставки [1,154,156]. Величину штрафа/бонуса за единицу времени, а также удельную стоимость перевозки для различного уровня надежности поставки возможно определить исходя из полученных взаимосвязей (рисунок 3.14, 3.15).

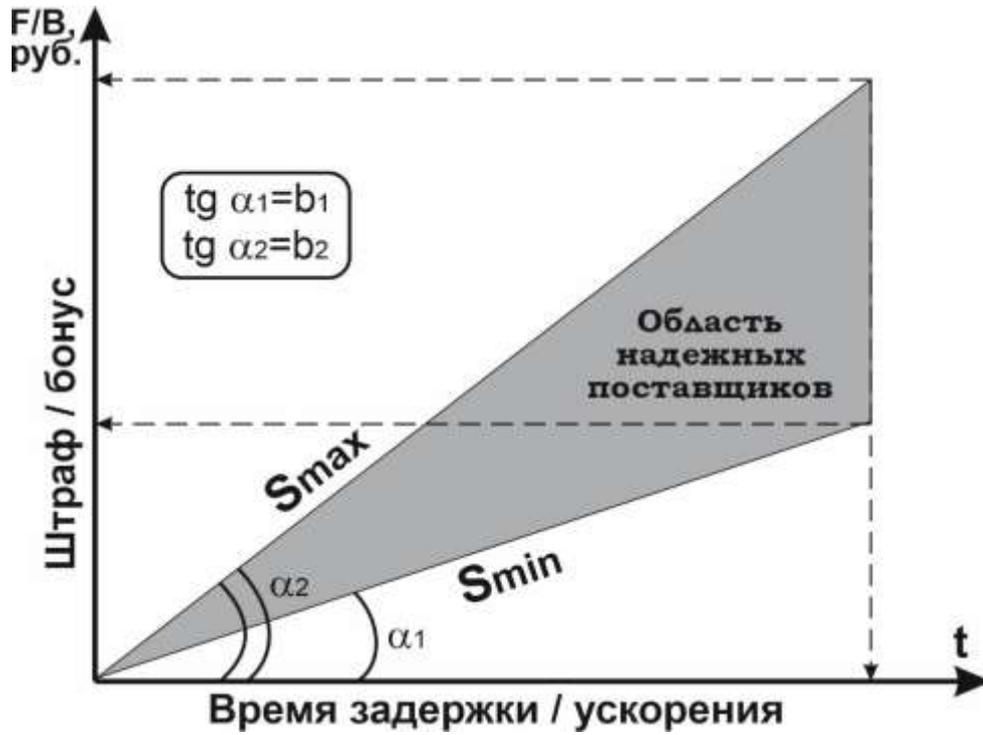


Рисунок 3.14 – Зависимость штрафа/бонуса (F/B) от длительности задержки/ускорения (t) при доставке груза в цепочке поставок при различном уровне удельных рыночных цен на перевозку (S)

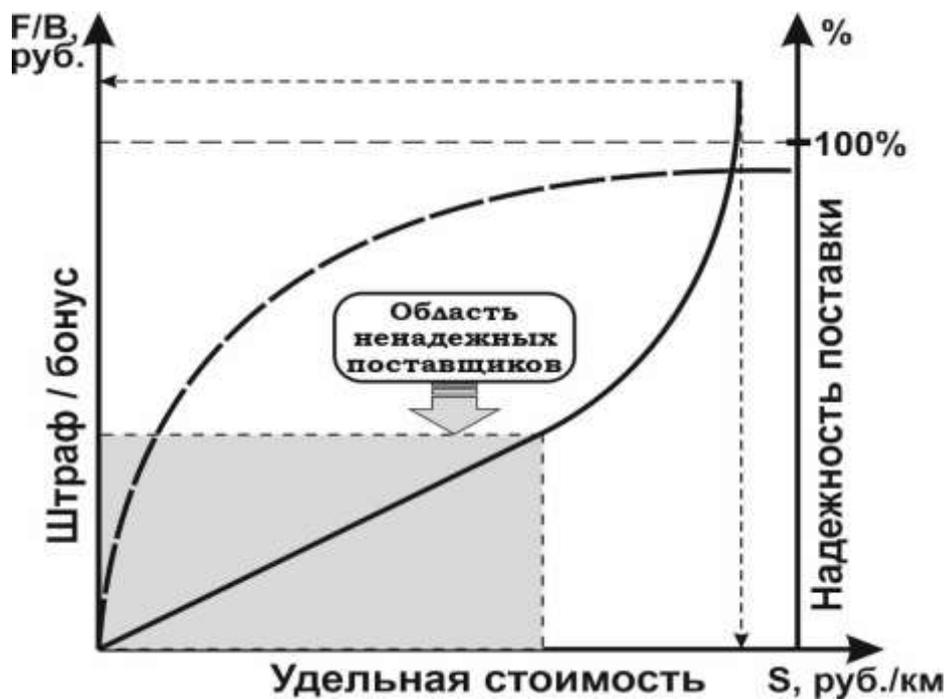


Рисунок 3.15 – Зависимость штрафа/бонуса (F/B) и надежности поставки от уровня удельных рыночных цен на перевозку груза (S) в цепочке поставок

Такая постановка позволяет оконтурить в критериальном пространстве (штраф/бонус за задержку или ускорение поставки, удельная стоимость перевозки груза, надежность оператора (поставщика), временной интервал задержки/ускорения доставки) образы надежного и ненадежного оператора для процедуры контрактации цепочки поставок.

*Сценарий 1.* ( $\Delta t_n(i) > 0 \wedge \Delta t_o(i+1) > 0$ ) «позже»-«раньше». Груз в ТУ(i) получен позже, а в ТУ(i+1) доставлен раньше запланированного времени. В этом случае функция бонуса  $B(i)$  для перевозчика (i) и функция штрафа  $F(i-1)$  для перевозчика (i-1) будут равны следующему соотношению  $B(i) = F(i-1) = (t_{\text{фп}}(i) - t_{\text{пн}}(i)) * b$ , где коэффициент  $b$ , (руб./t) (см. рисунок 3.14) определяет величину штрафа/бонуса за единицу времени (час, день и т.п., в зависимости от условий договора с перевозчиком) (рисунок 3.16).

*Сценарий 2.* ( $\Delta t_n(i) > 0 \wedge \Delta t_o(i+1) = 0$ ) «позже»-«точно в срок». Груз в ТУ(i) получен позже запланированного времени, а в ТУ(i+1) доставлен точно в срок. В этом случае функция бонуса  $B(i)$  для перевозчика (i) и функция штрафа  $F(i-1)$  для перевозчика (i-1) будут равны следующему соотношению  $B(i) = F(i-1) = (t_{\text{фп}}(i) - t_{\text{пн}}(i)) * b$ , где коэффициент  $b$ , (руб./t) определяет величину штрафа/бонуса за единицу времени (час, день и т.п., в зависимости от условий договора с перевозчиком) (рисунок 3.17).

*Сценарий 3.* ( $\Delta t_n(i) > 0 \wedge \Delta t_o(i+1) < 0$ ) «позже»-«позже». Груз в ТУ(i) получен позже и в ТУ(i+1) доставлен позже запланированного времени. В этом случае функция бонуса  $B(i)$  и функция штрафа  $F(i)$  для перевозчика (i) и функция штрафа  $F(i-1)$  для перевозчика (i-1) будут равны следующим соотношениям:

$$\supset t_{\text{фп}}(i+1) - t_{\text{фп}}(i) > t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i + 1) \Rightarrow F(i) = (t_{\text{фп}}(i+1) - t_{\text{фп}}(i) - t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i + 1)) * b \wedge F(i-1) = (t_{\text{фп}}(i) - t_{\text{пн}}(i)) * b;$$

$$\supset t_{\text{фп}}(i+1) - t_{\text{фп}}(i) = t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i + 1) \Rightarrow \wedge F(i-1) = (t_{\text{фп}}(i) - t_{\text{пн}}(i)) * b;$$

$$\supset t_{\text{фп}}(i+1) - t_{\text{фп}}(i) < t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i + 1) \Rightarrow B(i) = (t_{\text{фп}}(i+1) - t_{\text{фп}}(i) - t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i + 1)) * b \wedge F(i-1) = (t_{\text{фп}}(i) - t_{\text{пн}}(i)) * b \text{ (рисунок 3.18)}.$$

*Сценарий 4.* ( $\Delta t_{\text{п}}(i)=0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1)>0$ ) «точно в срок»-«раньше». Груз в ТУ(i) получен точно в срок и в ТУ(i+1) доставлен раньше запланированного времени. В этом случае функция бонуса  $B(i)$ , функция штрафа  $F(i)$  для перевозчика (i) и функция штрафа  $F(i-1)$  для перевозчика (i-1) будут равны нулю, т.е.  $B(i) = F(i) = F(i-1) = 0$  (рисунок 3.19).

*Сценарий 5.* ( $\Delta t_{\text{п}}(i)=0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) = 0$ ) «точно в срок»-«точно в срок». Груз в ТУ(i) и в ТУ(i+1) доставлен точно в срок. В этом случае функция бонуса  $B(i)$ , функция штрафа  $F(i)$  для перевозчика (i) и функция штрафа  $F(i-1)$  для перевозчика (i-1) будут равны нулю, т.е.  $B(i) = F(i) = F(i-1) = 0$ .

*Сценарий 6.* ( $\Delta t_{\text{п}}(i)=0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) < 0$ ) «точно в срок»-«позже». Груз в ТУ(i) получен точно в срок и в ТУ(i+1) доставлен позже запланированного времени. В этом случае функция штрафа  $F(i)$  для перевозчика (i) будет равна следующему соотношению  $F(i) = (t_{\text{фп}}(i+1) - t_{\text{пп}}(i+1)) * b$  (рисунок 3.20).

*Сценарий 7.* ( $\Delta t_{\text{п}}(i) < 0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) > 0$ ) «раньше»-«раньше». Груз в ТУ(i) и ТУ(i+1) доставлен раньше запланированного времени. В этом случае функции бонуса  $B(i)$  и штрафа  $F(i)$  для перевозчика (i) и функции бонуса  $B(i-1)$  и штрафа  $F(i-1)$  для перевозчика (i-1) будут равны нулю, т.е.  $B(i) = F(i) = B(i-1) = F(i-1) = 0$  (рисунок 3.21).

*Сценарий 8.* ( $\Delta t_{\text{п}}(i) < 0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) = 0$ ) «раньше»-«точно в срок». Груз в ТУ(i) получен раньше, а в ТУ(i+1) доставлен точно в срок. В этом случае функции бонуса  $B(i)$  и штрафа  $F(i)$  для перевозчика (i) и функции бонуса  $B(i-1)$  и штрафа  $F(i-1)$  для перевозчика (i-1) будут равны нулю, т.е.  $B(i) = F(i) = B(i-1) = F(i-1) = 0$  (рисунок 3.22).

*Сценарий 9.* ( $\Delta t_{\text{п}}(i) < 0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) < 0$ ) «раньше»-«позже». Груз в ТУ(i) получен раньше, а в ТУ(i+1) доставлен позже запланированного времени. В этом случае функции бонуса  $B(i-1)$  будет равна нулю, а функция штрафа  $F(i)$  для перевозчика (i) равна следующему соотношению  $F(i) = (t_{\text{фп}}(i+1) - t_{\text{пп}}(i+1)) * b$  (рисунок 3.23).

Для всех сценариев реализации цепочки поставок функция бонуса  $B(i)$  начисляется только в том случае, если оператор (i) уменьшает величину разрыва

между отставанием в графике поставки и плановым заданием (сокращение или устранение задержки всей поставки).

$$B(i) = \begin{cases} 0, t_{д}^{\phi}(i, i+1) > t_{д}^{пл}(i, i+1) \vee t_{фп}(i+1) > t_{пп}(i+1), \\ > 0, t_{д}^{\phi}(i, i+1) < t_{д}^{пл}(i, i+1) \wedge \Delta t_o(i+1) = 0, \\ > 0, t_{д}^{\phi}(i, i+1) < t_{д}^{пл}(i, i+1) \wedge \Delta t_o(i+1) > 0. \end{cases} \quad (8)$$

Оценку вероятности реализации цепочки поставок в работе предлагается осуществить посредством расчета интегральной функции распределения исходя из следующих соотношений  $F(X) = P(t_{дост} < t) \forall t \in (t_{пл}(КТ2); t_{ф}(КТ2) \cup P(t_{мин} < t < t_{макс}) = F(t_{макс}) - F(t_{мин})$  [33,41,42,59,61,62,93,94,124].

Апробация модели была осуществлена для условий реализации цепочки поставок торгово-транспортной компанией (ТТК), осуществляющей закупку и поставку серной кислоты для рудников подземного скважинного выщелачивания (дочерних и совместных предприятий). Доставка продукции находится в зоне ответственности ТТК, поэтому на компанию возлагается вся ответственность за сроки и сохранность доставки всем маршруте. Доставка серной кислоты осуществлялась по следующей схеме (рисунок 3.24).

До настоящего времени ТТК осуществляла лишь мониторинг финальных сроков доставки груза. Маршрут от поставщика до перевалочной базы ТТК считался одним участком и контролировался «котловым» образом, без деления маршрута на более детальные участки. Процесс доставки серной кислоты от поставщика до рудника осуществляется по следующей схеме (рисунок 3.25).

В связи с этим, постоянно срывались сроки доставки серной кислоты на рудники и возникла объективная необходимость более детального контроля за нахождением груза в пути. Было произведено дробление маршрута доставки на участки пути и установление нормативных сроков прохождения участков. Далее, был организован процесс планирования сроков прохождения участков с последующим выявлением станций, где время нахождения груза превышало нормативные значения.

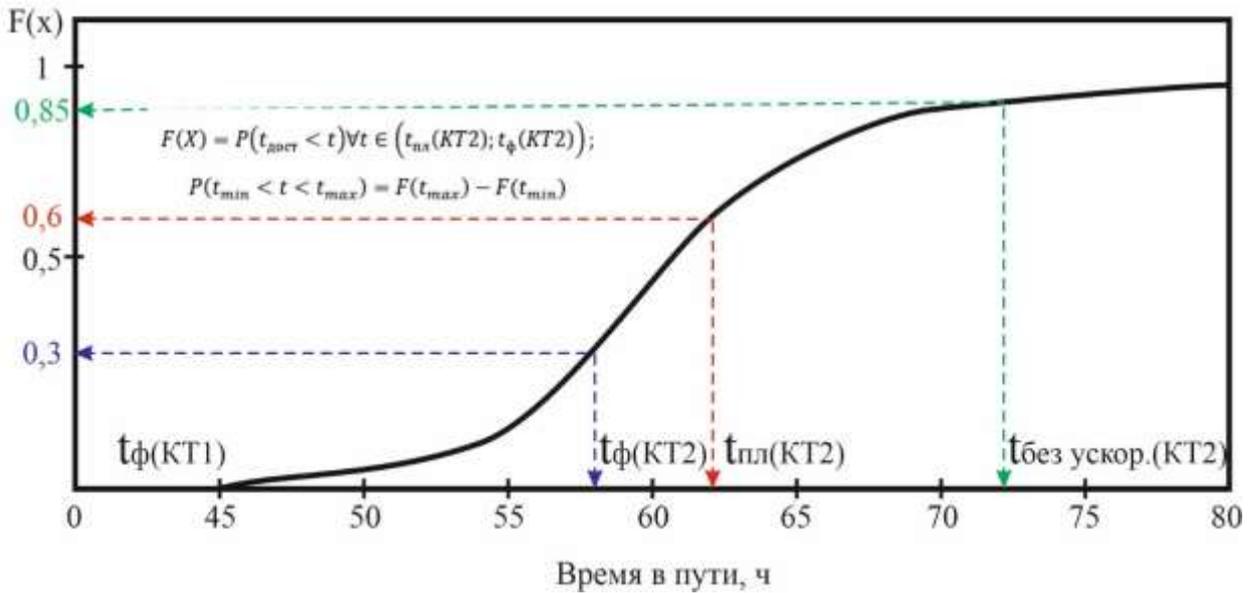
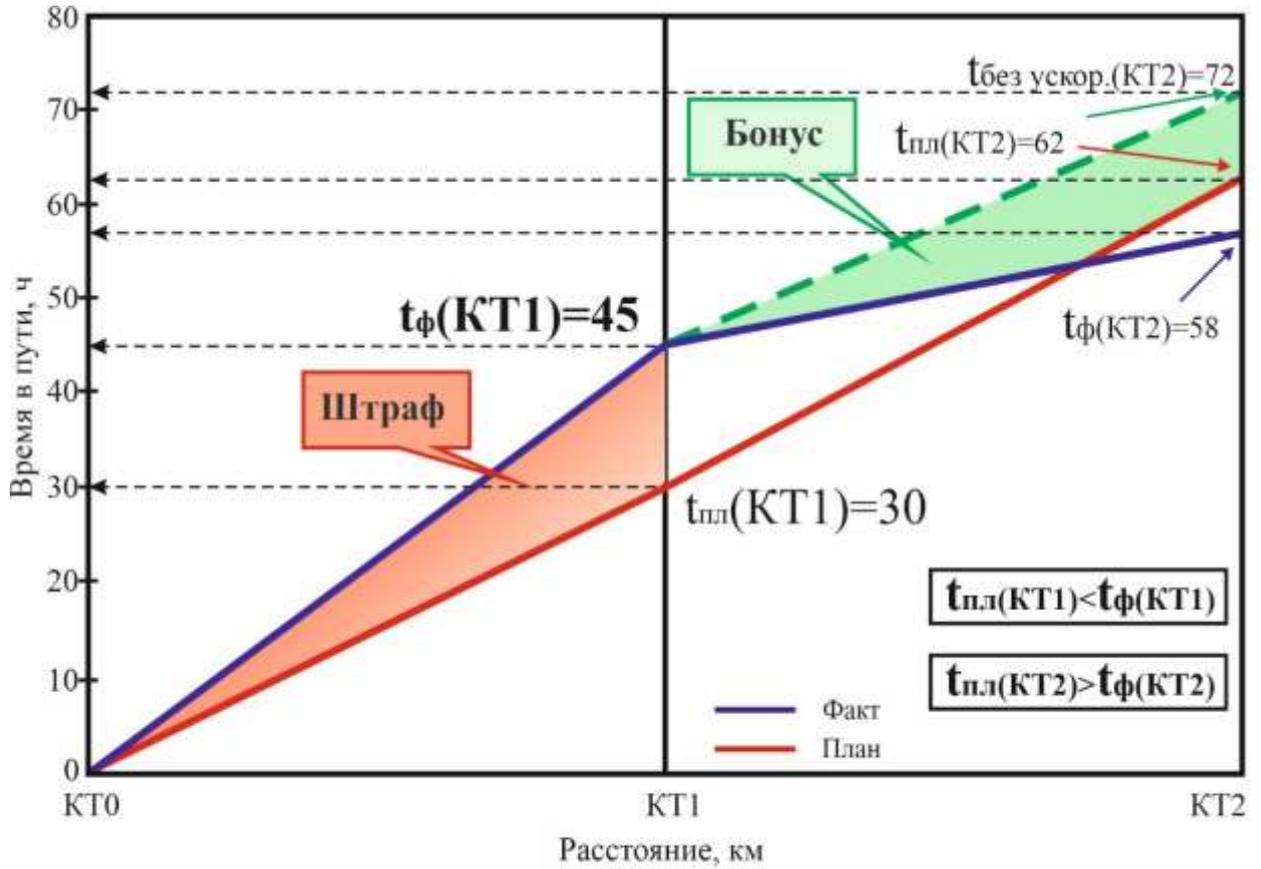


Рисунок 3.16 – Формирование сценариев и интегральной функции вероятности  $F(x)$  реализации цепочки поставки на ТУ (i) и ТУ (i+1) (вариант  $(\Delta t_n(i) > 0 \wedge \Delta t_o(i+1) > 0)$  «позже»-«раньше»)

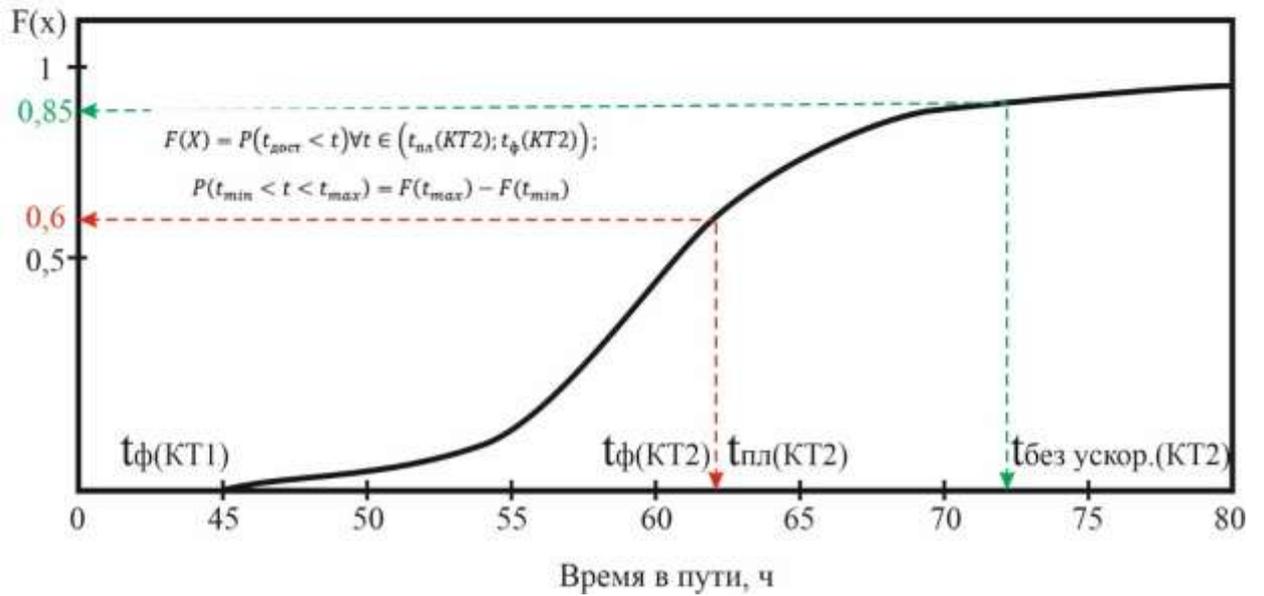
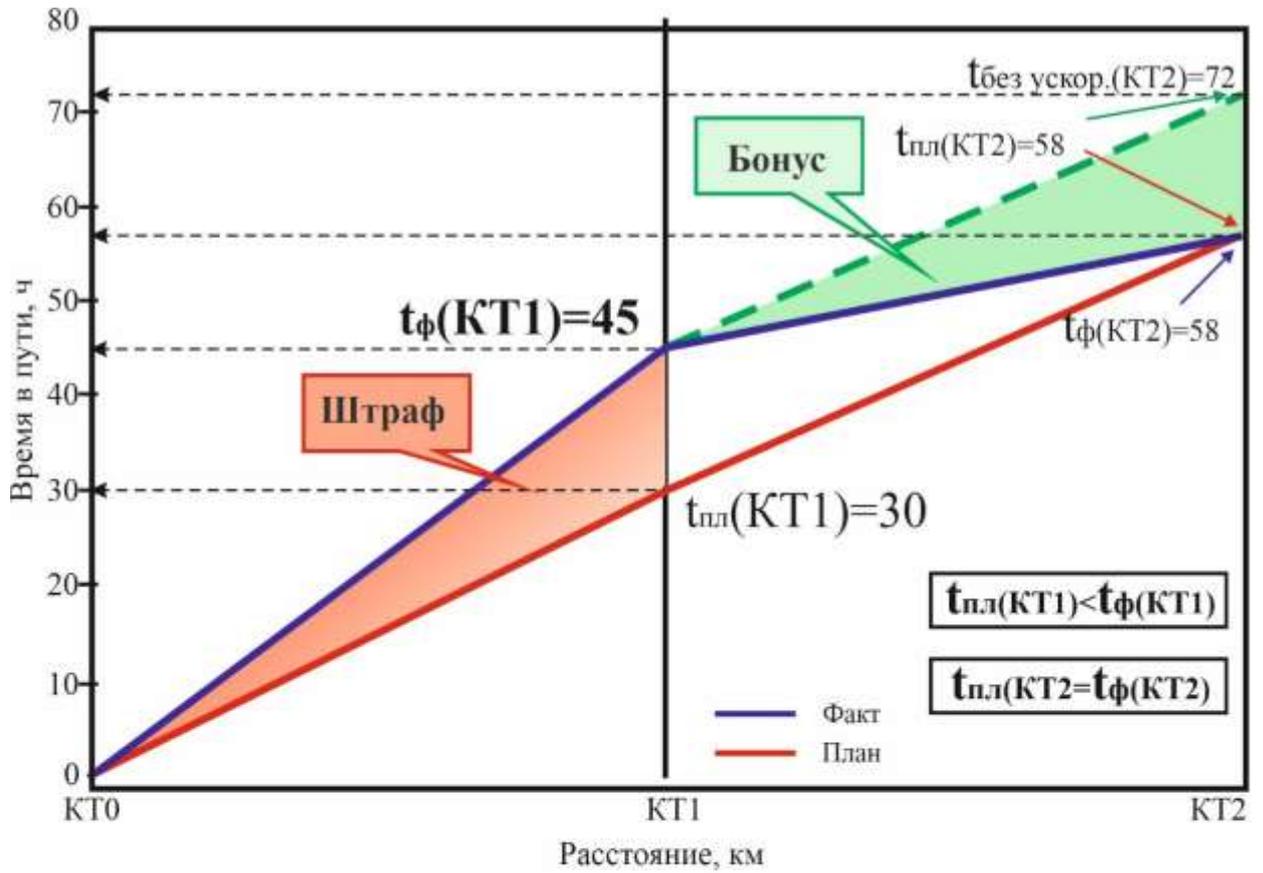


Рисунок 3.17 – Формирование сценариев и интегральной функции вероятности  $F(x)$  реализации цепочки поставки на ТУ (i) и ТУ (i+1) (вариант  $(\Delta t_n(i) > 0 \wedge \Delta t_o(i+1) = 0)$  «позже»-«точно в срок»)

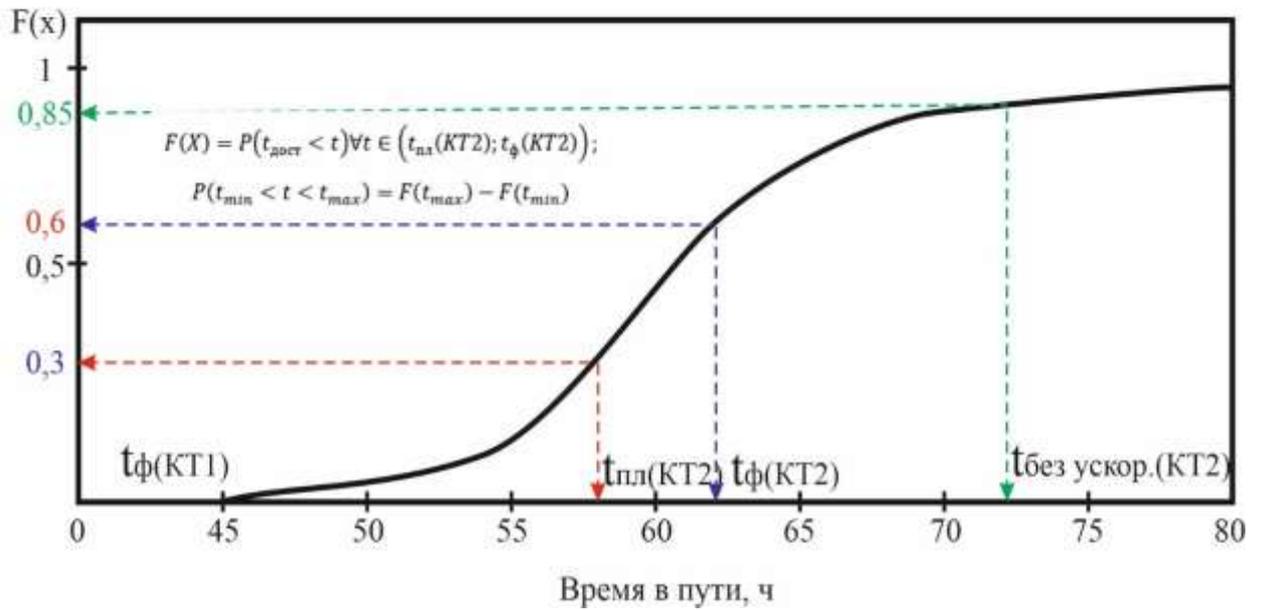
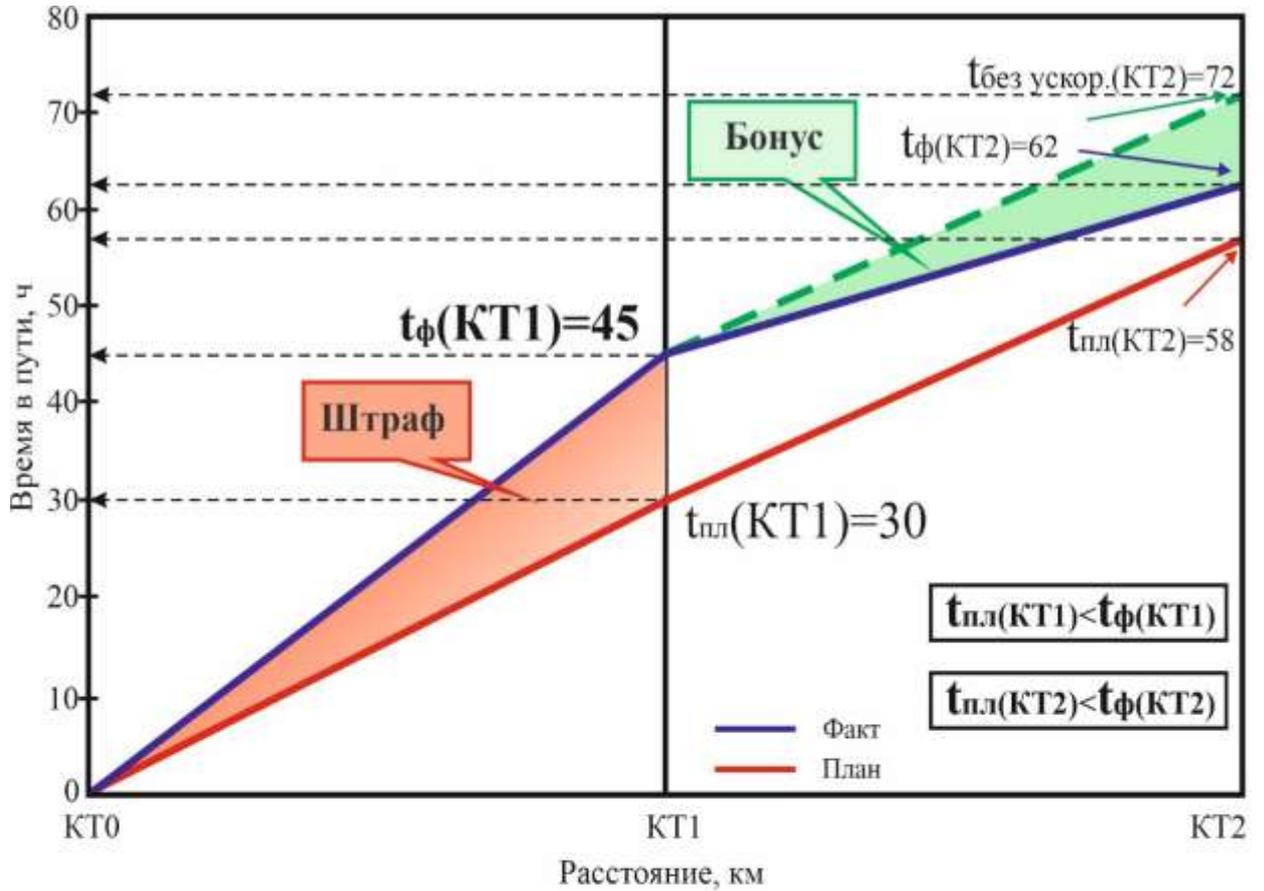


Рисунок 3.18 – Формирование сценариев и интегральной функции вероятности  $F(x)$  реализации цепочки поставки на ТУ (i) и ТУ (i+1) (вариант  $(\Delta t_n(i) > 0 \wedge \Delta t_o(i+1) < 0)$  «позже»-«позже»)

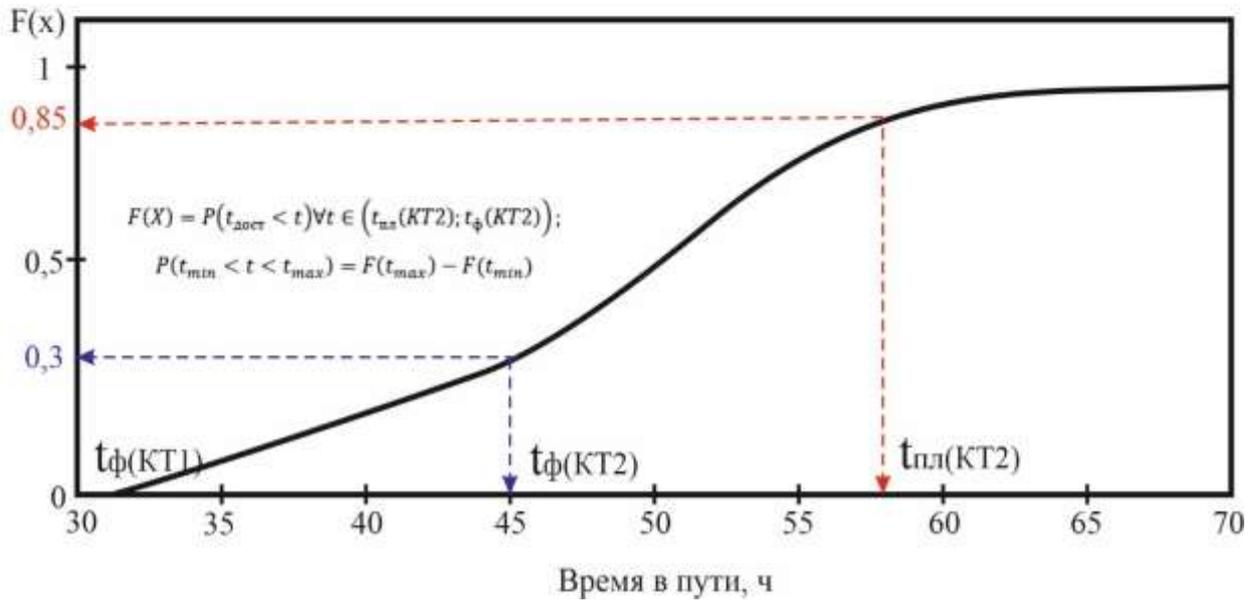
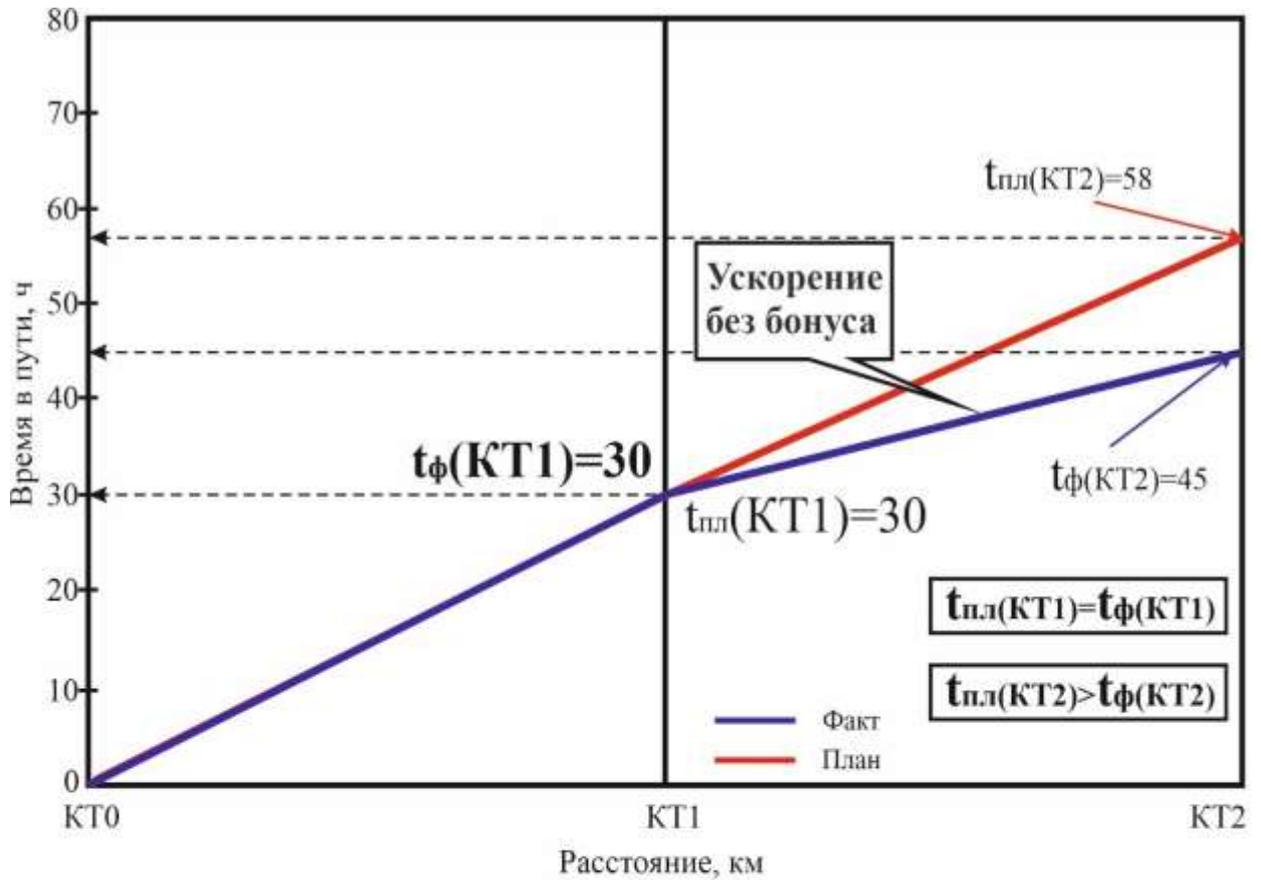


Рисунок 3.19 – Формирование сценариев и интегральной функции вероятности  $F(x)$  реализации цепочки поставки на ТУ (i) и ТУ (i+1) (вариант  $(\Delta t_n(i)=0 \wedge \Delta t_o(i+1)>0)$  «точно в срок»-«раньше»)

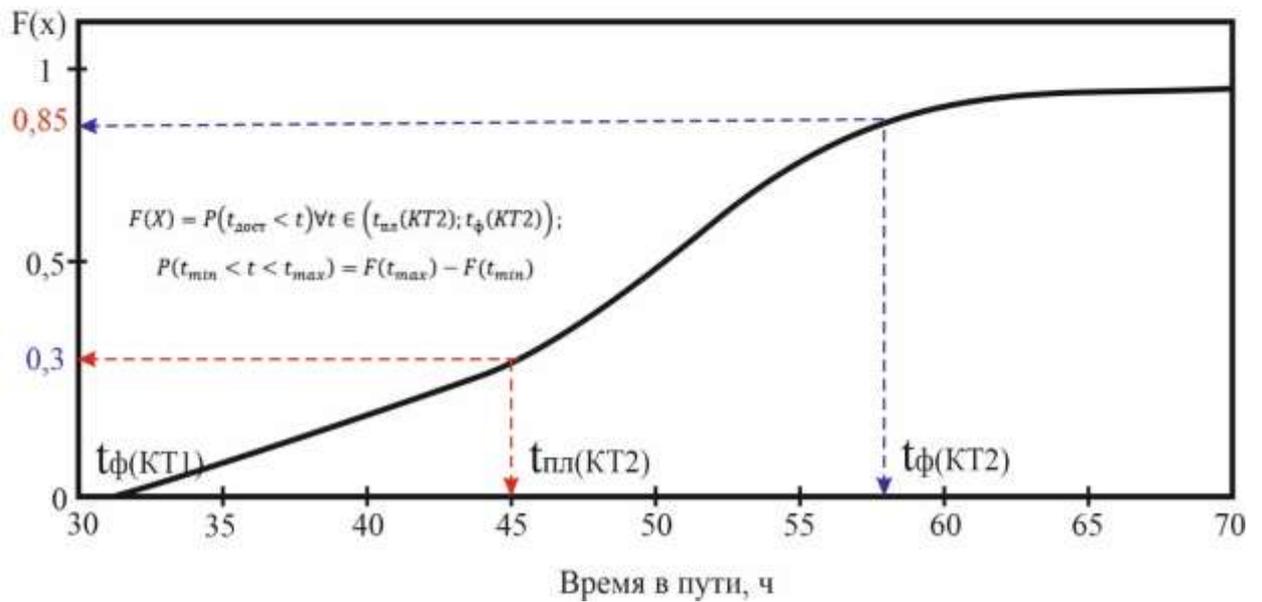
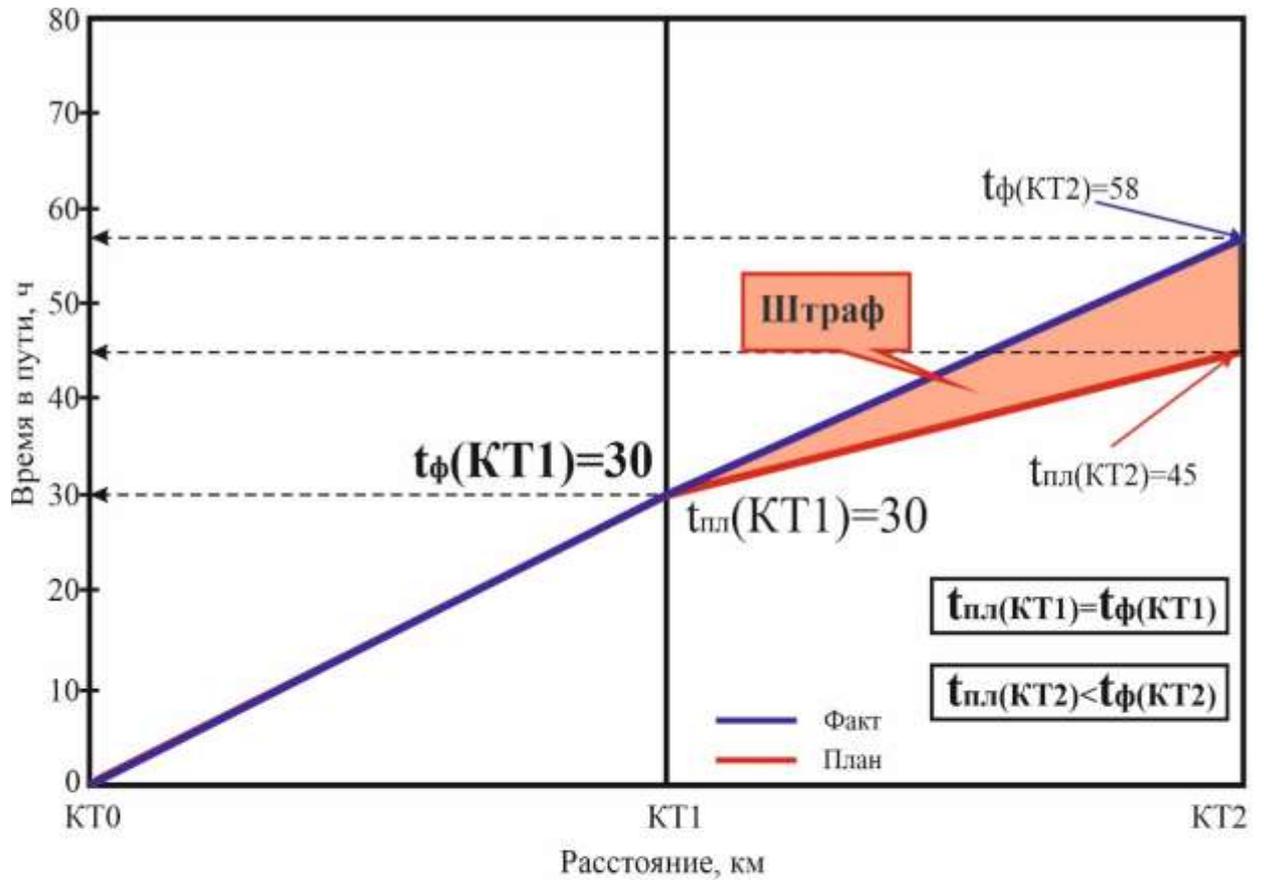


Рисунок 3.20 – Формирование сценариев и интегральной функции вероятности  $F(x)$  реализации цепочки поставки на ТУ (i) и ТУ (i+1) (вариант  $(\Delta t_n(i)=0 \wedge \Delta t_o(i+1) < 0)$  «точно в срок»-«позже»)

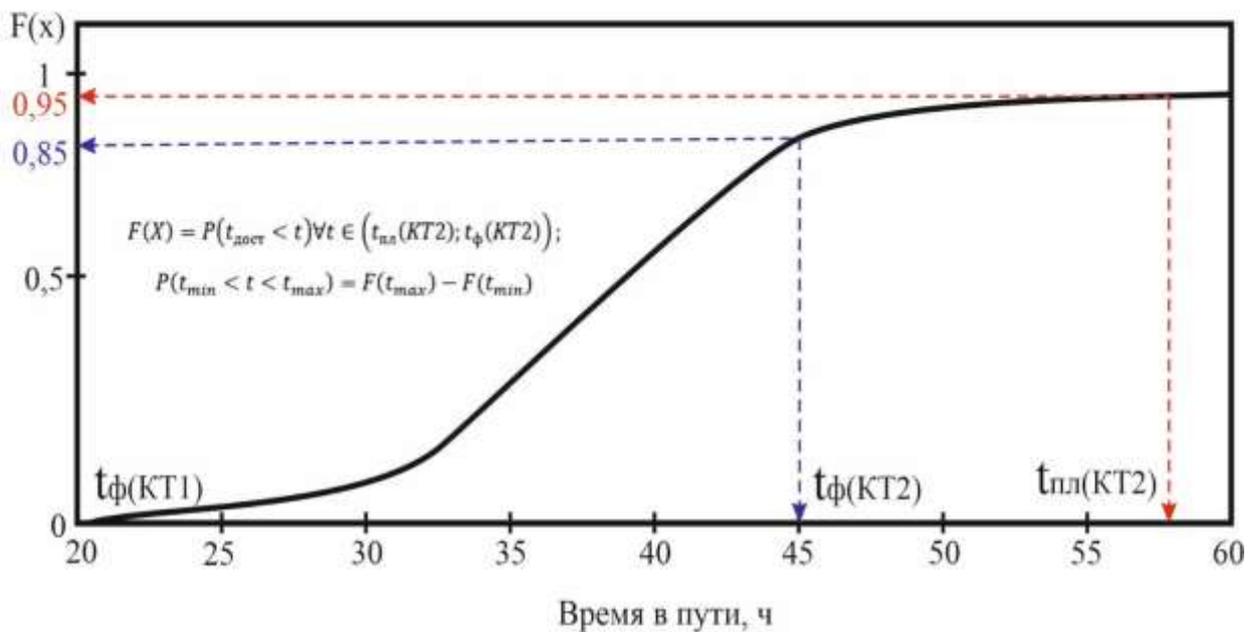
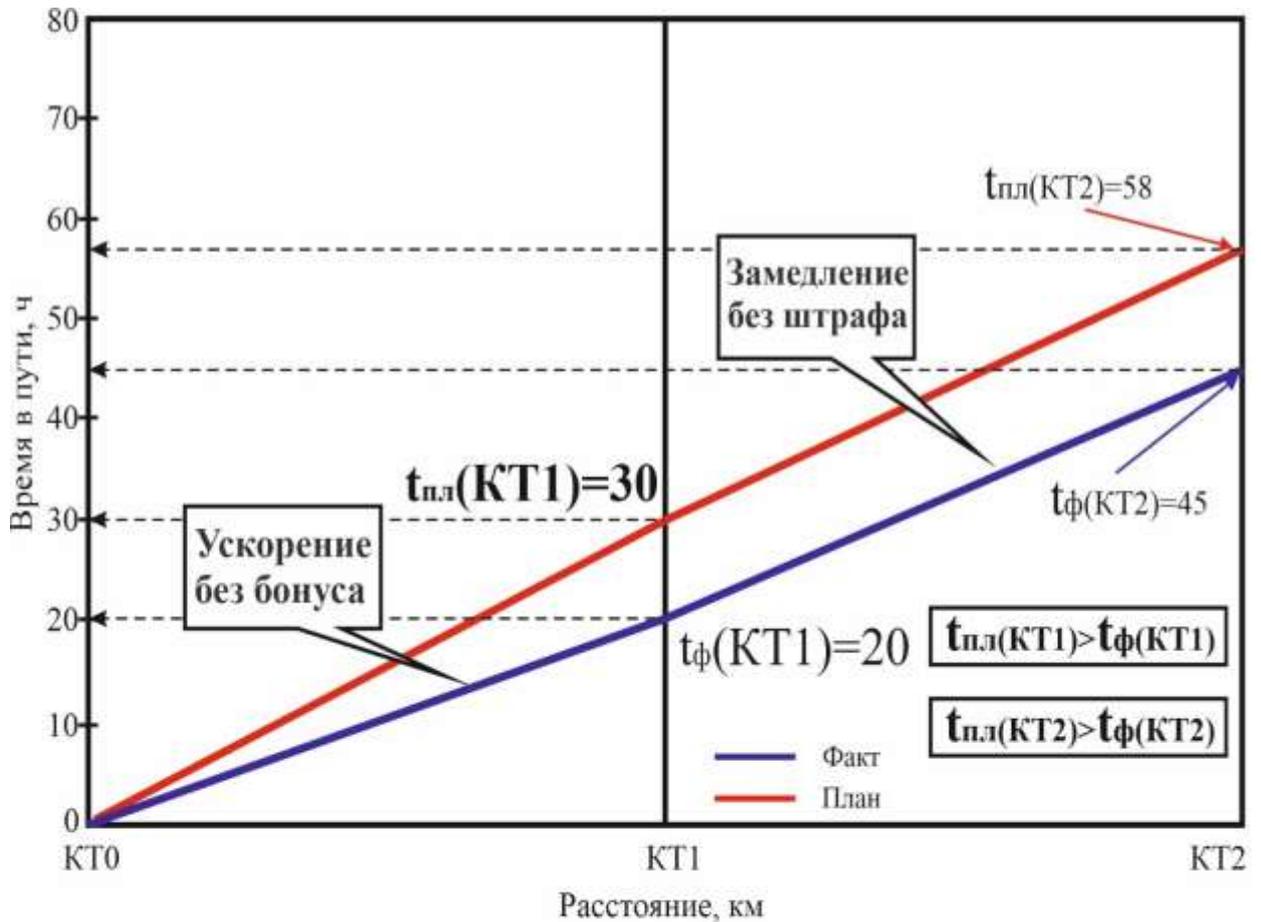


Рисунок 3.21 – Формирование сценариев и интегральной функции вероятности  $F(x)$  реализации цепочки поставки на ТУ (i) и ТУ (i+1) (вариант  $(\Delta t_n(i) < 0 \wedge \Delta t_o(i+1) > 0)$  «раньше»-«раньше»)

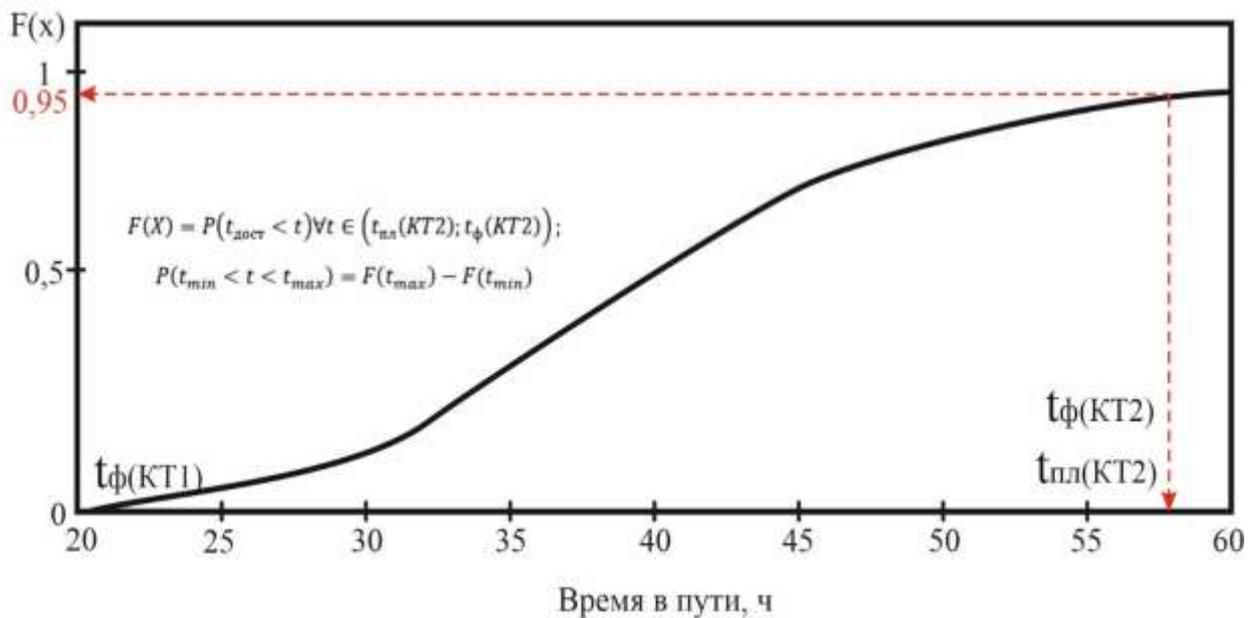
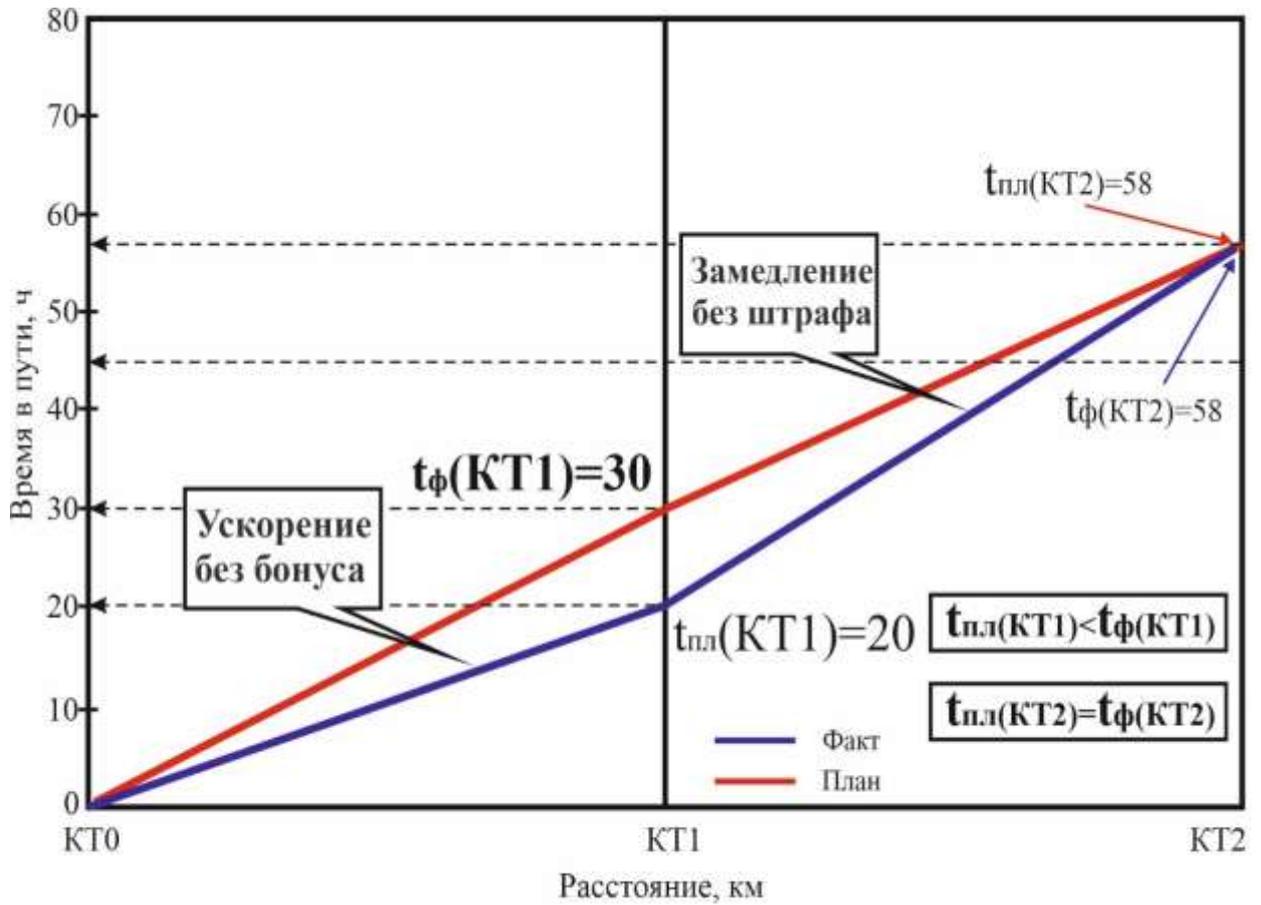


Рисунок 3.22 – Формирование сценариев и интегральной функции вероятности

$F(x)$  реализации цепочки поставки на ТУ (i) и ТУ (i+1) (вариант  $(\Delta t_{\text{н}}(i) < 0 \wedge$

$\Delta t_{\text{o}}(i+1) = 0)$  «раньше»-«точно в срок»)

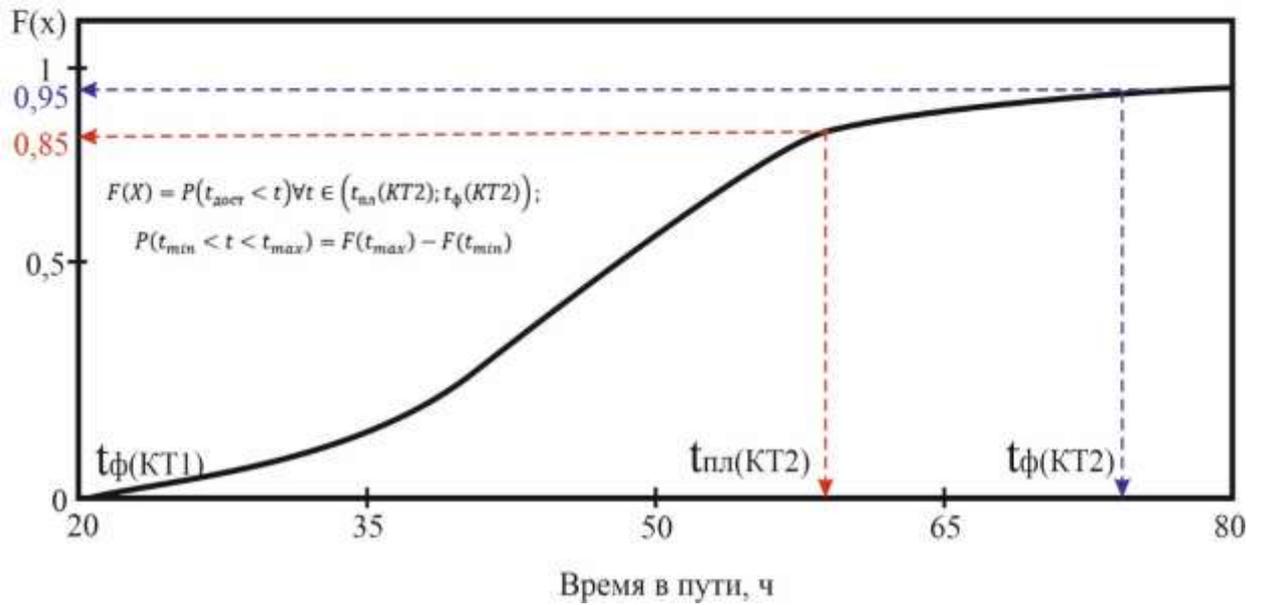
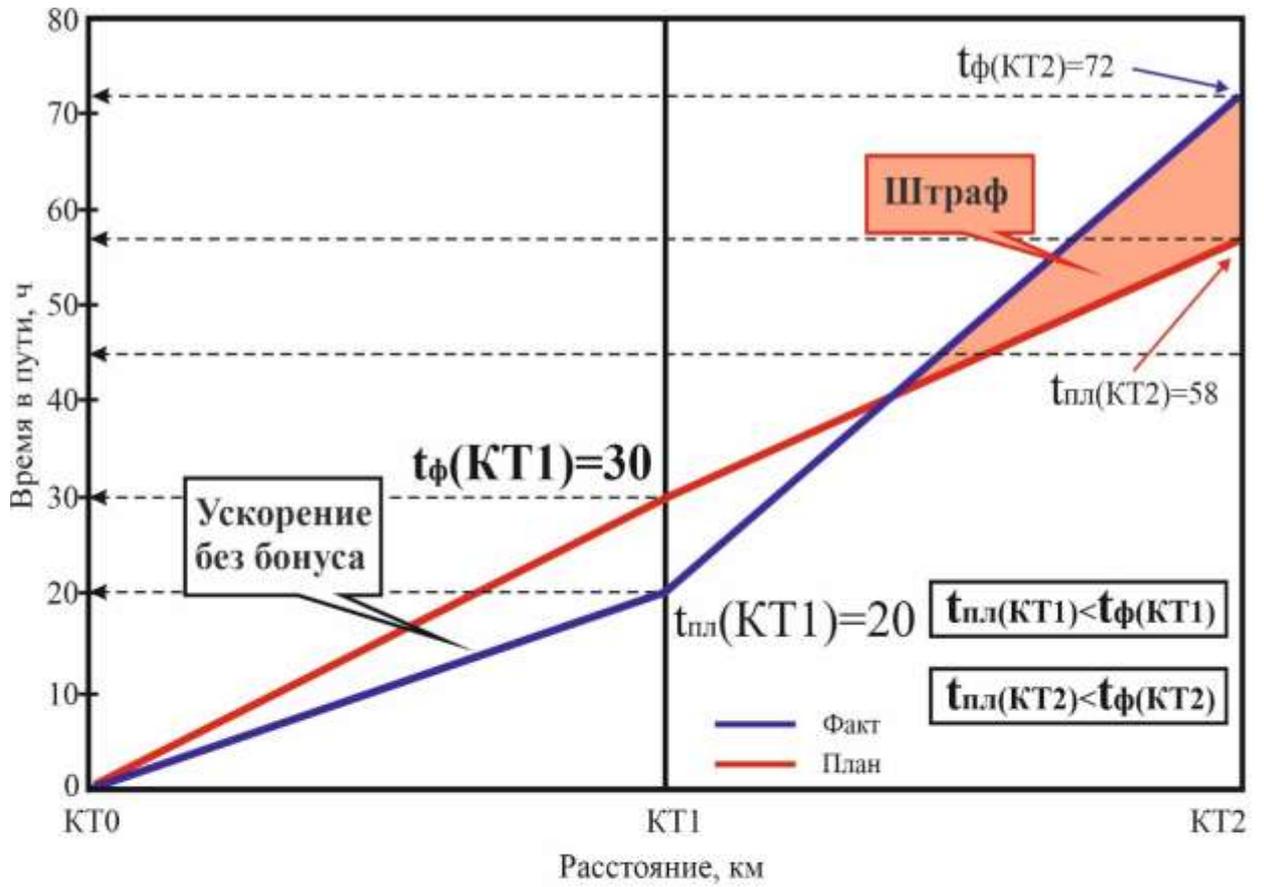


Рисунок 3.23 – Формирование сценариев и интегральной функции вероятности  $F(x)$  реализации цепочки поставки на ТУ (i) и ТУ (i+1) (вариант  $(\Delta t_n(i) < 0 \wedge \Delta t_o(i+1) < 0)$  «раньше»-«позже»)



Рисунок. 3.24 – Обобщенная схема доставки серной кислоты на рудники подземного скважинного выщелачивания

При поставке серной кислоты возникали следующие проблемы: стуженность поставок на перевалочную базу приводила к «пробкам» при приемке грузов на перевалочной базе ТТК; увеличенные сроки поставок на плечах до перевалочной базы из-за необоснованных простоев на железнодорожных станциях.



Рисунок. 3.25 – Процесс доставки серной кислоты до внедрения модели

В результате данных проблем были увеличены сроки поставки серной кислоты на рудник, что приводило к штрафным санкциям со стороны рудника и рискам срыва производства (серная кислота является необходимым компонентом производственного процесса).

Результаты моделирования позволили решить ряд задач по снижению сроков поставок в рамках следующих мероприятий: вся цепочка поставок детализирована по точкам маршрута с указанием фактического времени доставки на каждом участке маршрута; на основании сопоставления фактического и минимально возможного времени доставки на каждом участке маршрута выявлены участки, где необходимо проводить мероприятия, позволяющие уменьшить время доставки; определены и реализованы мероприятия для снижения сроков поставки.

Для решения данных задач была сформирована узловая модель цепочки поставок с указанием среднего фактического времени доставки на каждом участке маршрута (рисунок 3.26).

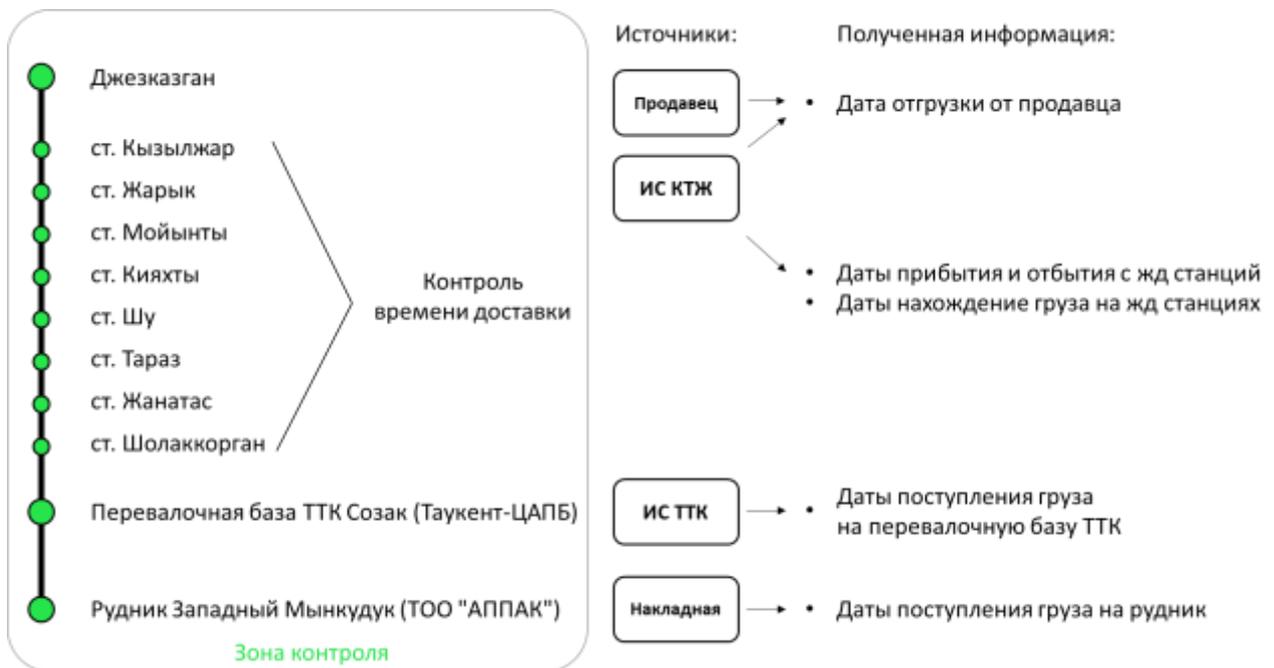


Рисунок 3.26 – Формирование узловой модели цепочки поставок серной кислоты

Для определения местонахождения груза в каждой точке маршрута были использованы следующие данные: дата отгрузки серной кислоты от продавца; даты прибытия и отбытия с железнодорожной станции; даты нахождения груза на железнодорожных станциях; даты поступления груза на перевалочную базу ТТК; даты поступления груза на рудник. При анализе времени в пути были выделены участки маршрута, на которых возможно снижение времени доставки. При этом,

для непосредственного снижения времени доставки были проведены следующие мероприятия: планирование и контроль дат отгрузки продавцом; планирование и контроль нахождения груза при движении между железнодорожными станциями по номерам вагонов; планирование и контроль времени простоя на железнодорожных станциях; оперативное передвижение вагонов (с помощью консультантов перевозчика) к ближайшей от отправки станции; планирование и контроль дат поступления груза на перевалочную базу ТТК по номерам вагонов; планирование и контроль доставки груза на рудник, а также времени его разгрузки и приемки. В результате реализованных мероприятий срок доставки серной кислоты был значительно снижен, а именно среднее время в пути стало составлять 313,78 часов, что на 47,32 часа меньше, чем исходное фактическое время всей цепочки поставок (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Моделирование временных показателей двухузловых маршрутов цепочки поставок

Двухузловой маршрут цепочки поставок		Расстояние, км	Плановая длительность, час	До внедрения модели		После внедрения модели		Изменение $\Delta_k$
				$\overline{K}_{\text{изм.к}}^*$	$\overline{\Delta}_k^{**}$	$\overline{K}_{\text{изм.к}}^*$	$\overline{\Delta}_k^{**}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ст. Джекказган	ст. Кызылжар	164	22,0	1,48	10,52	1,41	8,96	1,56
ст. Кызылжар	ст. Жомарт	47	5,20	1,42	2,16	1,21	1,08	1,08
ст. Жомарт	ст. Атасу	68	7,50	1,49	3,70	1,21	1,54	2,16
ст. Атасу	ст. Жанаарка	48	5,30	1,26	1,38	1,26	1,38	0,00
ст. Жанаарка	ст. Жарык	91	10,0	1,60	6,00	1,10	0,96	5,04
ст. Жарык	ст. Акадыр	78	8,70	1,47	4,10	1,11	0,94	3,16
ст. Акадыр	ст. Мойынты	137	15,3	1,39	5,90	1,21	3,14	2,76
ст. Мойынты	ст. Кияхты	334	70,00	1,25	17,68	1,07	4,96	12,72
ст. Кияхты	ст. Берлик I	104	24,10	1,33	7,94	1,20	4,70	3,24
ст. Берлик I	ст. Шу	8	1,90	1,20	0,38	1,20	0,38	0,00
ст. Шу	ст. Луговая	115	15,90	1,40	6,34	1,21	3,26	3,08
ст. Луговая	ст. Тараз	117	16,10	1,34	5,50	1,13	2,14	3,36
ст. Тараз	ст. Асса	32	6,10	1,08	0,50	1,08	0,50	0,00

Продолжение табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ст. Асса	ст. Каратау	58	11,10	1,48	5,38	1,21	2,38	3,00
ст. Каратау	ст. Актаутас	20	3,80	1,19	0,72	1,19	0,72	0,00
ст. Актаутас	ст. Жанатас	67	12,90	1,21	2,70	1,21	2,70	0,00
ст. Жанатас	ст. Шолаккорган	55	12,00	1,40	4,84	1,40	4,84	0,00
ст. Шолаккорган	Рудник	386	20,0	1,37	7,36	1,06	1,20	6,16
Итого (суммарная плановая длительность всей поставки, $T_{пл} = \sum_{k=1}^{K=18} t_{норм.нк}$ , часы):			268,00					
Средний коэффициент изменения длительности поставок $n = \overline{1, N}$ ( $N=25$ ) по всем маршрутам $k = \overline{1, K}$ ( $K=18$ ) $\overline{K}_{изм} = \frac{\sum_{k=1}^{K=18} \sum_{n=1}^{N=25} \frac{t_{фнк}}{t_{норм.нк}}}{K}$				1,35	1,17			
Суммарная величина средних отклонений длительности поставок по всем маршрутам $k = \overline{1, K}$ ( $K=18$ ) цепочки $\overline{\Delta}_{сум} = \sum_{k=1}^{K=18} \overline{\Delta}_k$ :					93,1	45,78		47,32
Суммарное фактическое время цепочки поставок $n = \overline{1, N}$ ( $N=25$ ) по всем маршрутам $k = \overline{1, K}$ ( $K=18$ ) $T_{ф} = T_{пл} + \overline{\Delta}_{сум}$ :					361,10		313,78	
*Коэффициент изменения длительности поставок $n = \overline{1, N}$ ( $N=25$ ) на маршруте $k = \overline{1, K}$ ( $K=18$ ) $\overline{K}_{изм.к} = \sum_{n=1}^{N=25} \frac{t_{фнк}}{t_{норм.нк}},$ где $t_{фнк}$ – фактическое время длительности поставки $n$ на маршруте $k$ ; $t_{норм.нк}$ - нормативное (плановое) время поставки $n$ на маршруте $k$ ; $N$ – количество исследуемых поставок по маршруту $k$ . **Отклонение длительности поставок $n = \overline{1, N}$ ( $N=25$ ) на маршруте $k = \overline{1, K}$ ( $K=18$ ) $\overline{\Delta}_k = \sum_{n=1}^{n=N} (t_{фнк} - t_{норм.нк}).$								

Кроме того, были определены варианты распределения маршрутов в рамках всей цепочки поставок относительно коэффициента изменения длительности поставок для различных параметров планового времени (таблица 3.3, 3.4),

Ввиду того, что одной из ключевых задач разработанного подхода является «смещение» распределения планового времени двухузловых моделей цепочки поставок (маршрутов) «вниз» по шкале коэффициента изменения длительности, то именно данное смещение позволяет говорить о повышении стабильности, как в рамках локальных маршрутов, так и в рамках комплексных поставок. О существенности результатов применения модели свидетельствует «смещение» по

шкале длительности поставок наиболее значимых по протяженности маршрутов (маршруты 8,9,7,11,12,14,18).

Таблица 3.3 – Распределение маршрутов относительно коэффициента изменения длительности поставок для различных параметров планового времени (до внедрения модели)

Коэффициент изменения длительности поставок по маршруту	Плановое время цепочки поставок по маршруту, час			
	$\geq 20$	[15-20)	[7-15)	$< 7$
$\geq 1,4$	1	7, 11, 14	3, 5, 6, 17	2
[1,2-1,4)	8, 9	18, 12	16	4, 10
[1,1-1,2)				15
$< 1,1$				13

Таблица 3.4 – Распределение маршрутов относительно коэффициента изменения длительности поставок для различных параметров планового времени (после внедрения модели)

Коэффициент изменения длительности поставок по маршруту	Плановое время цепочки поставок по маршруту, час			
	$\geq 20$	[15-20)	[7-15)	$< 7$
$\geq 1,4$	1		17	
[1,2-1,4)		7, 11, 14	3, 16	4, 10
[1,1-1,2)	9	12	5, 6	2, 15
$< 1,1$	8	18		13

Маршрут №1 «Джезказган – Казылжар», в рамках которого не произошли существенные изменения, был изучен отдельно. В результате изучения были выявлены факторы, которые не позволили достичь ощутимых изменений, в числе которых можно выделить ограничение путевой инфраструктуры на грузовой станции и возникновение очередей при ожидании проведения маневровых работ с предыдущими поставками. В последствии данное ограничения было исключено за счет расширения путевой инфраструктуры, чему способствовали обращения грузоотправителей, грузополучателей и логистических операторов, что также можно отнести к положительным результатам применения модели (выявление «проблемных» маршрутов).

С экономической точки зрения повышение стабильности перевозки в рамках двухузловых маршрутов в целом позволяет достигнуть существенных выгод для транспортно-логистического бизнеса (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Выгоды для транспортно-логистического бизнеса промышленного холдинга от повышения стабильности маршрутов и комплексных поставок

Следствие повышения стабильности	Выгода логистического оператора/перевозчиков	Выгоды заказчика поставок (производства)
Сокращение среднего суммарного времени всей поставки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сокращение фактической себестоимости отдельных маршрутов и всей поставки</li> <li>2. Получение рыночного конкурентного преимущества</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сокращение суммарных запасов товаров в пути и высвобождение денежных средств</li> <li>2. Сокращение затрат на поставки за счет снижения времени поставки (при временных тарифах за логистику)</li> </ol>
Сокращение количества случаев существенных задержек	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сокращение штрафных санкций за просрочки поставок</li> <li>2. Повышение уровня клиентского сервиса и уровня надежности на рынке логистических услуг.</li> <li>3. Сокращение случаев дорогостоящих перевозок для нивелирования случаев срыва сроков.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сокращение рисков остановки производства из-за существенных срывов сроков поставки</li> <li>2. Сокращение страховых запасов материалов на складах для снижения рисков остановок производства из-за существенных срывов сроков поставок</li> </ol>

Как видно из таблицы 3.5, ключевыми выгодами для производственных предприятий является сокращение затрат на поставку, сокращение страховых запасов материалов и снижение рисков остановки производств из-за срыва поставок. Все обозначенные выгоды напрямую влияют на главные финансовые показатели производственных предприятий и, в конечном счете, на прибыль. Кроме того, для логистических операторов данные выгоды также оказывают влияние на финансовые показатели и прибыль за счет улучшения клиентского сервиса для рынка и сокращения себестоимости маршрутов/поставок. Влияние на

главные финансовые показатели предприятий свидетельствует о высокой значимости инструментов позволяющих достигать стабильности поставок и заинтересованности ТОП-менеджмента производственных компаний и логистических операторов в их внедрении. Важным результатом применения модели является повышение точности поставок, так как повышение доли поставок «точно в срок» является ключевой задачей любой транспортно-логистической системы. В этой связи произведен расчет отклонений от планового задания (рисунок 3.27, 3.28) для всей цепочки поставок (см. таблицу 3.2). В представленном анализе видно, что уровень логистического сервиса (доля поставок «точно в срок») до применения модели составлял 81%, а после внедрения модели стал составлять 95%. Среди специфических особенностей расчета данного показателя необходимо обозначить следующие: 1. показатель приравнивает поставки, доставленные ранее нормативного времени, к поставкам доставленным в срок, при этом, предлагается пренебречь негативными последствиями от поставок раньше срока и оценивать только сокращение доли поставки с опозданием; 2. показатель оценивает точность не всей поставки в целом, а точность исполнения отдельных маршрутов, из которых состоит комплексная поставка; при расчете показателя анализировалась база данных, состоящая из  $\cong 2000$  маршрутов из которых случайным образом было отобрано 100 маршрутов с вероятностью 95% и ошибкой, не превышающей 10%, а также проведена оценка точности поставок по этим маршрутам до и после применения модели.

Как видно из анализа, срок исполнения каждого из выбранных маршрутов был сокращен, в среднем, на 1,96 часа, что при поставке, состоящей из 18 маршрутов, позволяет сделать предположении о сокращении общего срока всей поставки, в среднем на 35,28 часа. При этом, лучшая мировая практика говорит о том, что 95% является целевым показателем для многих коммерческих компаний, где управление цепочками поставок находится на более высоком уровне автоматизации и эффективности, чем в промышленности. В нашем случае получилось достигнуть показателя в 95% при обеспечении промышленного холдинга, что может рассматриваться, как серьезное достижение.

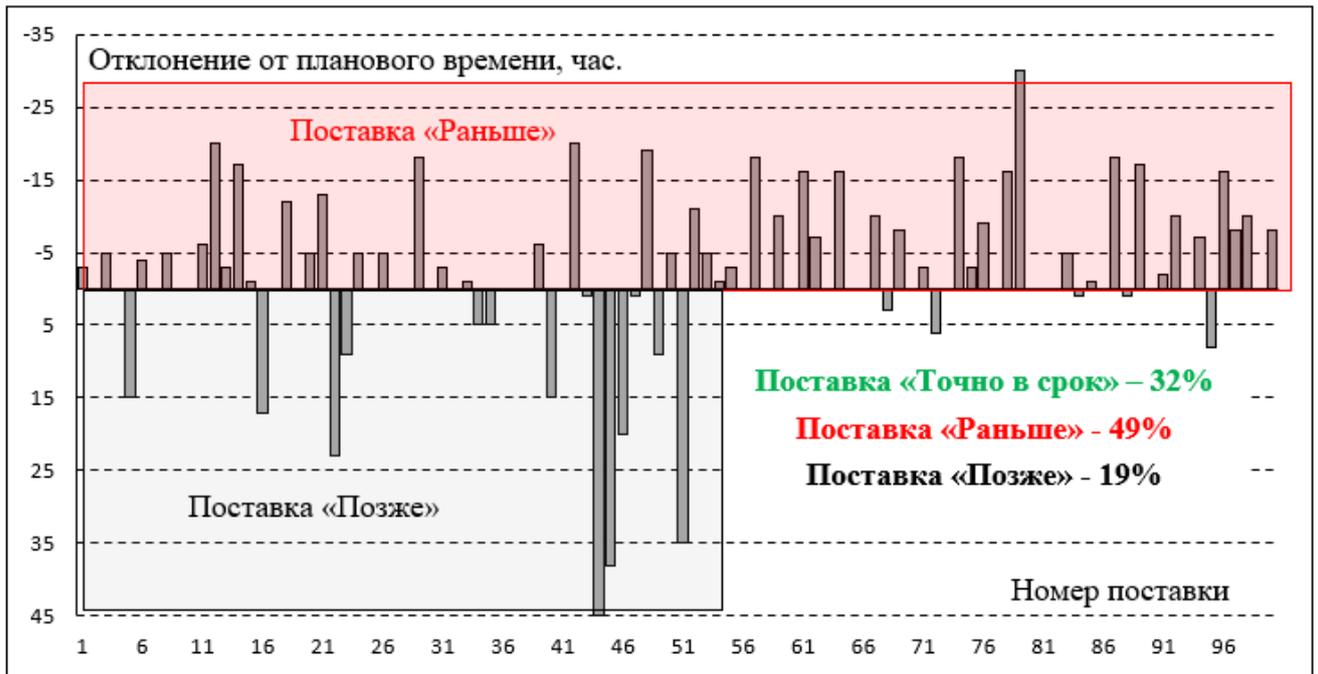


Рисунок 3.27 – Отклонение фактического времени ( $T_{\phi}$ ) от нормативного (планового задания) для всей цепочки поставок (до внедрения модели)

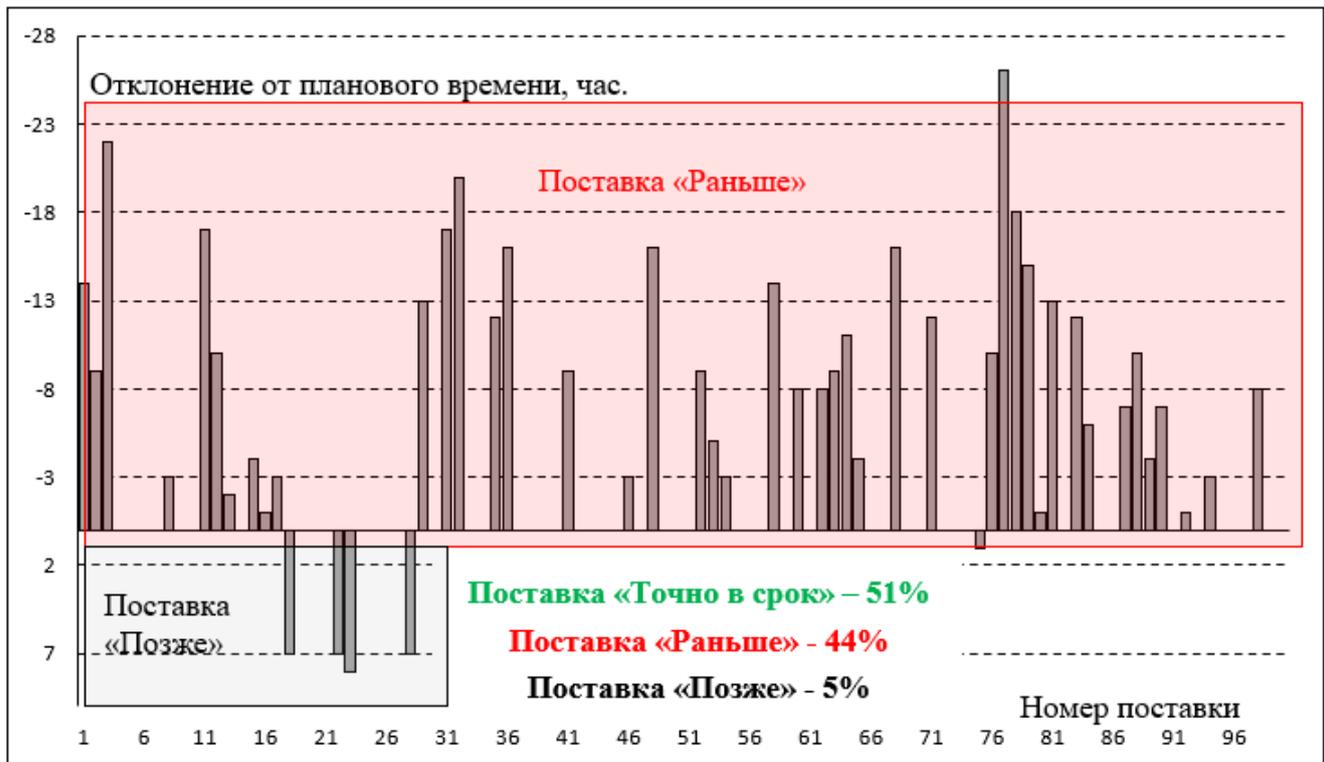


Рисунок 3.28 – Отклонение фактического времени ( $T_{\phi}$ ) от нормативного (планового задания) для всей цепочки поставок (после внедрения модели)

Кроме того, понятия стабильности и точности поставок являются близкими по сути и часто зависят друг от друга, но в принципе, должны рассматриваться по отдельности. Именно совокупность стабильности и точности дает максимальную эффективность транспортно-логистической системы. Высокая точность поставок характеризует минимальное количество случаев срывов сроков, а высокая стабильность характеризует минимальные отклонения в сорванных поставках. Определяя и оптимизируя в комплексе данные параметры, мы получаем потенциальную возможность количественного и качественного влияния на систему транспортно-логистических поставок. Анализ только одного показателя может приводить к тому, что при высокой стабильности, точность поставок будет оставаться на низком уровне.

Полученные статистики позволили определить параметры функции плотности вероятности нормального распределения показателей фактического времени для двухузловой модели цепочки поставок (рисунок 3.29, 3.30), где в качестве эквивалентных параметров точности и стабильности выступали величины средних значений и стандартных отклонений для законов нормально распределенных величин. При этом, наблюдается снижение среднего фактического времени поставки  $(\overline{t_{\phi 2}} - \overline{t_{\phi 1}}) \cong 2$  часа при, практически, двукратном снижении стандартного отклонения, что характеризует значительное увеличение стабильности и точности функционирования транспортно-логистической системы. несколько выше собственных; возникла необходимость регулярного ускорения поставок с помощью доставки автотранспортом, а это на 30% дороже доставки железнодорожным транспортом, что непосредственно влияло на соответствующий перерасход бюджета на доставку; ввиду неравномерности поставок регулярно возникали простои железнодорожных вагонов в ожидании выгрузки на перевалочных базах ТТК, что облагалось штрафами по условиям договорных отношений с поставщиками (каждый 5-й вагон, поставляемый на перевалочную базу, превышал норму нахождения на выгрузке).

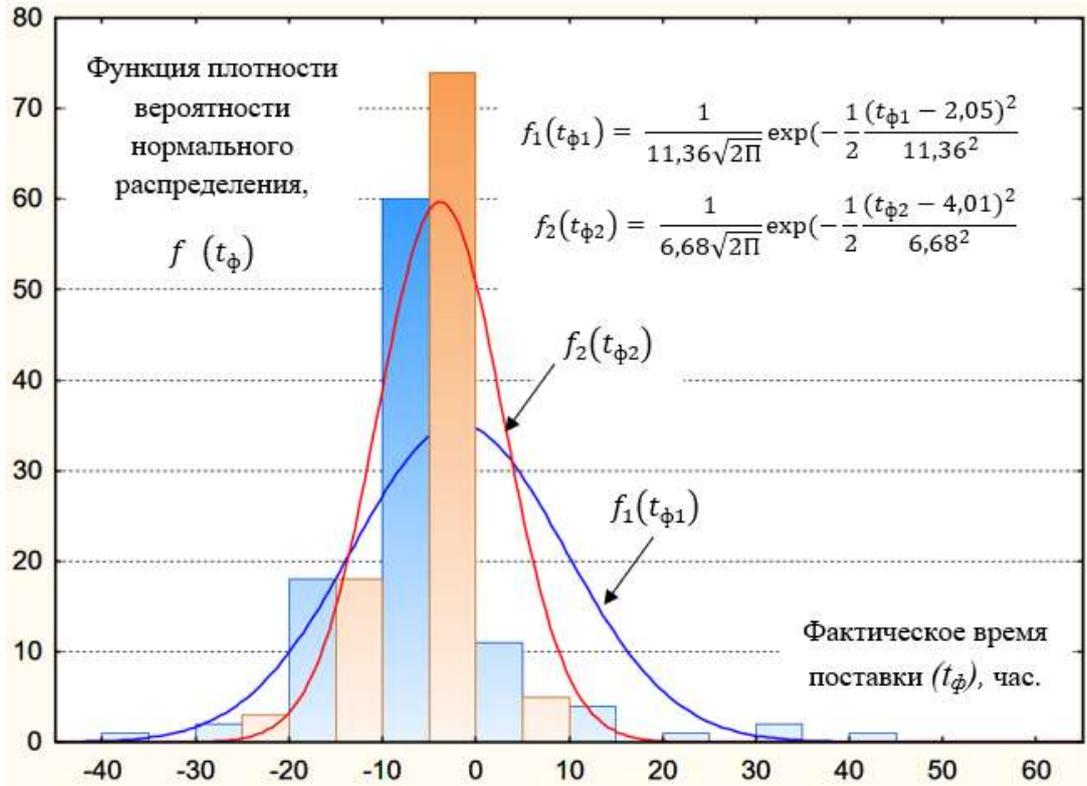


Рисунок. 3.29 – Функции плотности вероятности нормального распределения показателей фактического времени ( $t_\phi$ ) для двухузловой модели цепочки поставок по данным моделирования ( $f_1(t_{\phi 1})$  – функция плотности вероятности фактического времени всей цепочки поставок до внедрения модели;  $f_2(t_{\phi 2})$  – функция плотности вероятности фактического времени всей цепочки поставок после внедрения модели)

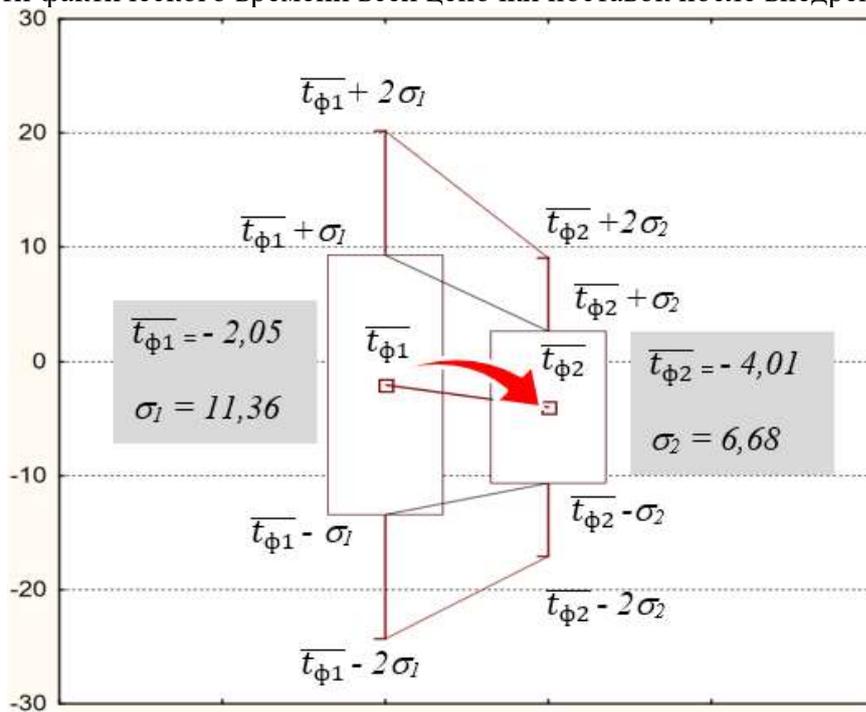


Рисунок 3.30 – Изменение показателей фактического времени для двухузловой модели цепочки поставок ( $\bar{t}_{\phi 1}$ ,  $\sigma_1$  – среднее и стандартное отклонение фактического времени до внедрения модели;  $\bar{t}_{\phi 2}$ ,  $\sigma_2$  – среднее и стандартное отклонение фактического времени после внедрения модели)

При этом основные факторы эффективности реализации разработанной модели возможно сформулировать следующим образом: отсутствие случаев «займа» кислоты для нивелирования рисков добычи; отсутствие случаев ускорения доставки и переплат за автотранспорт; сокращение случаев простоя вагонов сверхнормативного срока на выгрузке до единичных случаев после внедрения нового метода планирования и контроля поставок; количество поставок, попадающих под штрафные санкции, сократилось до 10-11 в год; снижение среднего срока поставки повысило оборачиваемость запасов.

Общая экономия от внедрения новых методов планирования и контроля составила 28 млн уе. в год, без учета рисков снижения объемов производства в случае дефицита кислоты.

Таким образом, в результате проведенных исследований сформированы основные этапы механизма ситуационного управления цепочками поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга.

Основные этапы разработанного механизма заключаются в следующем.

### **1. Воспроизводство режимов, условий функционирования и контроля статуса поставки в транспортно-логистической системе:**

- формирование базы данных поставщиков (наименование, места отгрузки) и логистических операторов;
- расчет временных нормативов плеч доставки грузов для расчета общего срока поставки, а также оценка сроков пребывания заказа на каждом плече;
- расчет тарифов для различных видов транспорта по каждому расчетному плечу доставки груза;
- расчет тарифов для различных видов грузовых операций (погрузка, выгрузка, таможня и пр.) для определения стоимости доставки и итоговой стоимости всего заказа;
- формирование исходного множества схем (маршрутов) доставки, структурированных по показателям надежности, скорости и стоимости;
- расчет стоимости логистических операций по каждой цепочке поставок исходя из условий конкретного заказчика;

- обоснование и выбор варианта реализации схемы поставок и согласование условий договора поставки груза (схема, оплата, штрафные санкции и пр.);

- формирование и согласование со всеми участниками цепочки поставок точек оперативного контроля, по которым будет возможно отслеживание статуса исполнения поставки, а также выбор методов и моделей интеграции получаемых данных с различными информационными системами операторов, поставщиков и прочих участников процесса поставки.

## **2. Определение уровня индивидуальной ответственности всех участников транспортно-логистического процесса:**

- заключение договоров с клиентами и решение задачи выбора поставщиков/производителей и логистических операторов в цепочке поставок с учетом условий поставки (сроки, штрафы, оплаты и пр.);

- заключение смарт-контрактов как с поставщиками и логистическими операторами на поставку груза для реализации процедур контроля в процессе осуществления различных этапов поставки, а также процесса расчета выплат вознаграждения после выполнения заказа;

- обеспечение корректности анализа и обработки ретроспективной транспортно-логистической информации, а также своевременной регистрации исполнения запланированных обязательств всеми участниками цепочки поставок в рамках сформированных смарт-контрактов на основе использования технологии «блокчейн».

## **3. Определения справедливой цены в системах управления цепочками поставок:**

- установление взаимосвязей комплекса стоимостных характеристик поставки, надежности ее исполнения и уровня рыночных цен на перевозку груза, позволяющих на стадии оперативного контроля поставок в автоматическом режиме получать данные о ее текущем состоянии;

- выявление причин и ответственных за возможные сбои и отклонения относительно плановых заданий основных транспортно-логистических показателей на базе использования механизма «IoT 4.0».

#### **4. Сценарное моделирование множества возможных ситуаций, возникающих в транспортных узлах:**

- формирование исходного множества ситуационных схем поставок в транспортных узлах цепочки поставок;
- генерация возможных ситуаций, возникающих в транспортных узлах цепочки поставок при доставке груза;
- ситуационное моделирование временных и стоимостных показателей основных операторов транспортно-логистической системы промышленного холдинга на основе разработанной логико-временной схемы варьирования показателей отклонений в системах управления цепочками поставок по критериям «total cost»;
- разработка подходов к фиксации величины отклонений в сроках реализации поставки и определение потенциальных возможностей корректировки схемы поставки для непосредственного ее выполнения точно в срок (если при возникших обстоятельствах это является невозможным, то реализация алгоритма минимизации разрыва в сроках отставания);
- корректировка схемы поставки и контроль ее дальнейшего выполнения с учетом зафиксированных фактов отклонения (исполнение обязательств раньше или позже плановых сроков).

#### **5. Обоснование системы бонусов и штрафов за потенциальное ускорение и возможные срывы сроков поставки:**

- мониторинг и фиксация данных из IoT 4.0 по факту прохождения груза через точки оперативного контроля исполнения смарт-контрактов (договорных условий) и передача данных в модуль блокчейна для реализации процедур окончательного расчета за выполнение обязательств каждым участником цепочки поставок;
- окончательный расчет величины вознаграждений для логистических операторов за выполнение заказа (с учетом бонусной части или штрафной санкции) в системе ERP по факту выполнения работы (рисунок 3.31).

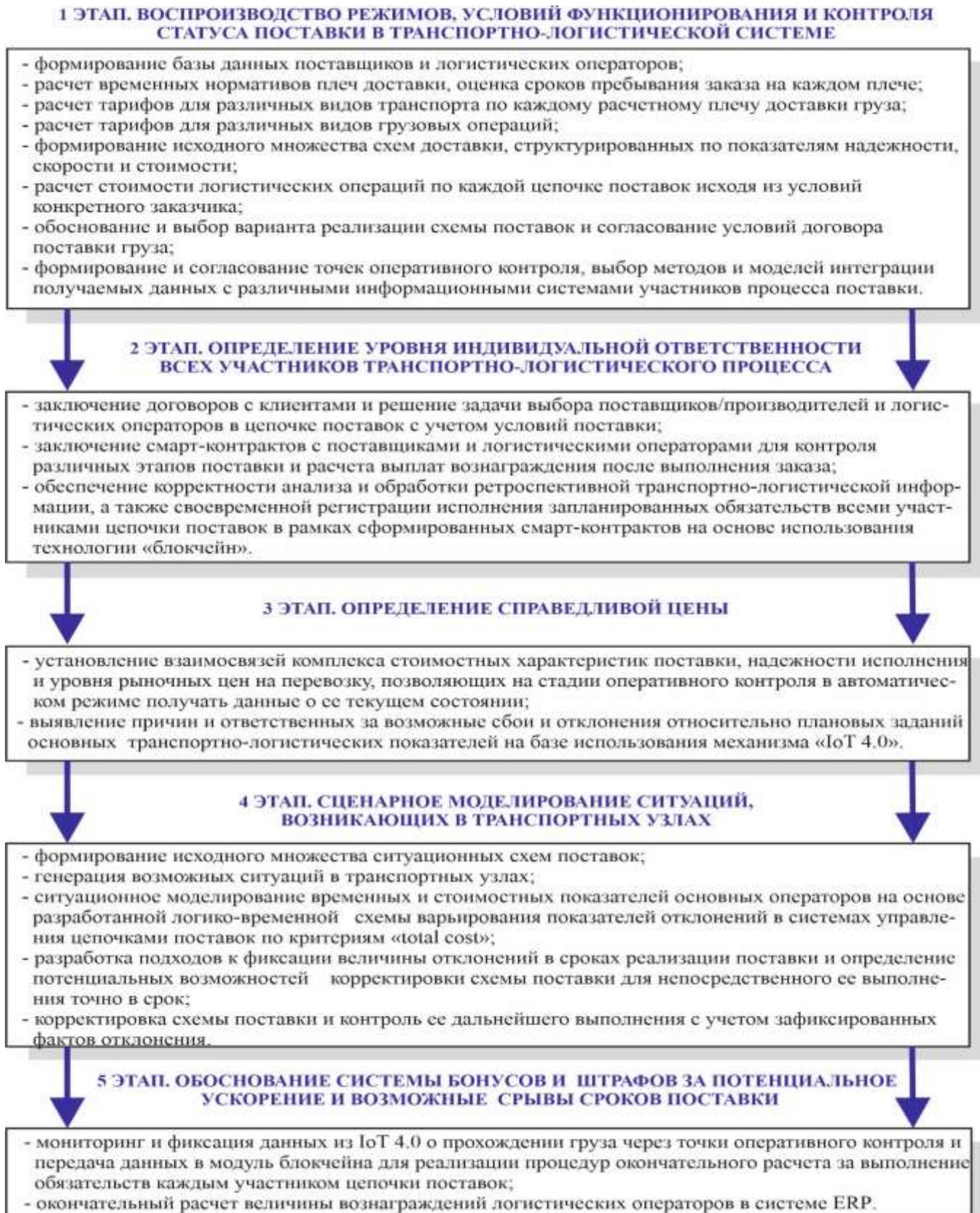


Рисунок 3.31 – Механизм ситуационного управления цепочками поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга

### Выводы по главе 3

1. Основные предпосылки для формирования моделей определения справедливой цены в системах планирования и управления цепочками поставок в крупных промышленных холдингах заключаются в следующем: наличие на рынке производителей, логистических и таможенных операторов, которые не исполняют свои обязательства; низкий уровень логистического сервиса, возникающий из-за отсутствия у участников цепочки поставок прямых выгод для себя «ускорять» сроки поставки или нести дополнительные финансовые затраты в случае необходимости удержания требуемых сроков; рост цен по всей цепочке поставок ввиду частых срывов сроков стыков (передача товара от одного участника к другому), что приводит к необходимости срочного перепланирования ресурсов и лишним затратам; заблаговременные заказы больших партий конечными потребителями ввиду рисков срыва сроков поставок.

2. С целью формирования корректной исходной информации для моделирования справедливой цены в системах планирования и управления цепочками поставок в крупных промышленных холдингах необходимо использовать автоматизированную систему сбора и анализа данных по поставкам, отвечающую следующим условиям: данные должны поступать оперативно в режиме «онлайн»; данные должны поступать из источников, принятых участниками цепочки поставок; должны быть согласованы не только источники и методы получения данных, но и сами точки контроля; точки контроля, методы и источники сбора данных должны быть отражены в смарт-контрактах.

3. Повышение эффективности транспортно-логистических процессов в системах управления цепочками поставок промышленных холдингов возможно реализовать на основе использования модели определения справедливой цены в системах планирования и управления цепочками поставок, позволяющей определить уровень индивидуальной ответственности всех участников транспортно-логистического процесса. На базе достоверного контроля статуса поставки на всех временных этапах появляется возможность определения уровня справедливой цены и обоснование системы бонусов и штрафов за ускорение и

срывы сроков поставки. Сценарное моделирование справедливой цены в транспортных узлах позволяет рассмотреть множество возможных ситуаций, возникающих в системе управления цепочками поставок. Предлагаемое использование смарт-контрактов на базе технологии «блокчейн» для определения статуса поставки, существенно сократят возможности непрозрачных схем, повысят качество поставок и снизят их стоимость.

4. Для решения задачи выбора оптимальной схемы поставки необходимо произвести анализ всех смоделированных вариантов поставок для определения возможностей организации сборных поставок (включение в поставку заказов от разных клиентов) или укрупнения поставок у конкретных поставщиков с целью получения скидок и оптимизации затрат на логистику, а также оперативно подобрать адекватную замену при возникновении каких-либо ограничений (отсутствие товара у поставщика, изменение тарифа логистического оператора, отмены закупки определенной номенклатуры) еще на стадии организации и планирования.

5. Для определения уровня справедливой цены в системах управления цепочками поставок необходимо разработать механизм, базирующийся на основе воспроизводства режимов, условий функционирования и контроле статуса поставки в транспортно-логистической системе, определении уровня индивидуальной ответственности каждого участника транспортно-логистического процесса, сценарном моделировании множества возможных ситуаций, возникающих в транспортных узлах и обосновании системы бонусов и штрафов за потенциальное ускорение и возможные срывы сроков.

#### 4. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ОПЕРАЦИЯМИ В ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СИСТЕМНЫХ СВЯЗЕЙ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ХОЛДИНГА

##### **4.1. Разработка проблемно-ориентированной системы оптимизации функций планирования и управления погрузочно-разгрузочными операциями в транспортных узлах цепочки поставок**

Текущий уровень организации внутренних грузопотоков и время осуществления погрузочно-разгрузочных работ оказывает достаточно сильное негативное влияние на внешние грузопотоки, а соответственно, ограничивает в целом транспортно-логистическую структуру предприятия [34,63,155]. Все больше потребителей услуг складского комплекса стараются оптимизировать свои затраты на запасы и доставку, требуя наличие всего ассортимента товара в одной доставке. Причем, такие поставки могут иметь несколько мест разгрузки, что, соответственно, нужно учитывать при загрузке и укладе товара в транспортные средства. Таким образом, складскому комплексу требуется оказывать клиентам сервис по консолидации требуемого ассортимента и его отгрузке «точно вовремя». На данный момент складской комплекс не оправдывает ожидания клиентов в организации такого сервиса и требуется реорганизация складов готовой продукции совместно с реинжинирингом и автоматизацией складских процессов [22,86,110,123,126,142,144].

При этом, неравномерность грузовых потоков в течение года (сезонность) проявляется в отгрузках готовой продукции и в поставках сырья. Перед летним сезоном запасы готовой продукции возрастают, а сырья соответственно падают. В летний период запасы готовой продукции снижаются, а запасы сырья возрастают, но в целом общие запасы в сезон на 30% больше.

Наличие самовывоза товара оказывает существенное влияние на длительность отгрузки товара, так как вызывает сложности при организации

отгрузки, что требует высокого уровня оперативного планирования, коммуникаций и прочих технологий организации отгрузки (навигация по территории, четкость мест погрузки/разгрузки, инструкции водителям и т.п.).

Кроме того, телескопирование товара занимает достаточно много времени из-за перегонов транспорта, но также потребляет больше всего ресурсов на загрузку.

Организация мест хранения и распределение ответственности на складах готовой продукции ориентированы на массовые отгрузки однотипного товара. Такой подход типичен для реализации продукции через собственную распределительную сеть или дистрибуторов. Отсутствие адресного хранения в зоне выдачи готовой продукции из производства ограничивает возможности анализа грузопотоков и снижает эффективность планирования ресурсов для обработки внутренних грузопотоков (между складами и производством).

Таким образом, проведенный анализ текущего состояния погрузочно-разгрузочных работ позволил выявить следующие недостатки в деятельности транспортного узла и разработать концептуальные подходы к эффективному управлению погрузочно-разгрузочными операциями (рисунок 4.1):

1. Непрогнозируемое возникновение дефицита складских ресурсов и возникновение простоя техники и транспорта в ожидании, и отсутствие единого центра ответственности за эффективность работы транспортного узла.

2. Отсутствие реальной ответственности заказывающих подразделений за дополнительные затраты денег и времени на обработку складом внеплановых изменений в графике отгрузок, и возникающий дефицит или избыточность ресурсов транспортного узла из-за погрешностей нормативной базы и низкого уровня автоматизации.

3. Простой транспорта и сдвиги сроков отгрузок из-за срочного и приоритетного использования ресурсов транспортного узла для обеспечения перемещения продукции с производства/на производство/внутри производства.

4. Недостаточно оперативное реагирование на происходящие сбои в процессе грузовых операций на транспортном узле.



Рисунок 4.1 – Концептуальные подходы к эффективному управлению погрузочно-разгрузочными операциями

5. Простой и дефицит складских ресурсов из-за неравномерности прихода транспорта и отгрузок в рамках недели и в рамках дня.
6. Высокая зависимость от человеческого фактора при управлении транспортным узлом, а также низкий уровень автоматизации потребностей логистических процессов (планирование, контроль и отчетность).
7. Неоптимальная (перегруз, недогруз) загрузка машин по объему из-за отсутствия объемно-весовых характеристик.
8. Простой при погрузке и неоптимальная загрузка машин по объему из-за отсутствия ответственности за планирование схемы и порядок загрузки транспорта.
9. Излишние перемещения машин на территории транспортного узла или простои в ожидании дальнейших действий для отгрузки из-за отсутствия плана загрузки на складе.

10. Излишние временные и ресурсные потери из-за изменения процесса погрузки (в том числе, схемы укладки) в процессе загрузки ТС.

11. Ошибки при ведении ручного складского учета, пересортица и возвраты, снижение клиентского сервиса, временные затраты на поиск нужной продукции.

12. Простои транспорта и возвраты от клиентов из-за некондиционной продукции, а также простои транспорта в ожидании отгрузки, либо отказ в отгрузке из-за недостаточности требуемых данных от коммерческих служб, клиентов, поставщиков, производства.

13. Неоптимальная загрузка машин по объему и времени из-за отсутствия должных компетенций у персонала ППР.

Первым шагом трансформации складской системы будет являться переход от бюджетной системы взаиморасчетов на тарифную систему. Данный подход подразумевает следующие ключевые этапы:

1. Формирование перечня тарифицируемых услуг, который должен базироваться на нормативной базе складских операций.
2. Формирование различных форм оказания перечня услуг (плановая услуга, внеплановая услуга, срочная услуга, услуга повышенной сложности и пр.).
3. Расчет расценки (тарификации) перечня услуг.
4. Разработка правил взаиморасчетов с заказчиками услуг по тарифам на основе договорных отношений.

Главным преимуществом тарифной системы будет являться снижение стоимости складских услуг за счет следующих факторов:

1. Прямая ответственность заказчиков услуг за объем, сложность и срочность выполняемых работ, что позволит повысить плановость работ и снизить неравномерность, а также даст возможность коммерческим службам определить стоимость операций для бизнеса и учитывать ее в собственной системе мотивации или в выстраивании отношений с заказчиком.

2. Мотивация управленческого менеджмента, отвечающего за складскую деятельность на оптимизацию ресурсов, когда оплата фактически оказанных работ начнет «выдавливать» в разряд убытков затраты на простаивающие ресурсы.

3. Тарифная система мотивирует всех участников процесса к повышению плановости и снижению стоимости услуг.

Переход на тарифную систему взаиморасчетов должен иметь промежуточный этап, когда заказчики услуг работают по созданной тарифной сетке и оплачивают услуги в соответствии с установленными тарифами. При этом складская система продолжает финансироваться на бюджетной основе и полностью покрывает затраты складского хозяйства. Это позволит скорректировать тарифную сетку и перечень услуг таким образом, чтобы получаемый доход полностью покрывал затраты складской системы.

Практика подобных внедрений позволяет утверждать ошибочность предположения, что установленный тариф должен сразу по факту покрывать все затраты склада. Это было бы возможно при некоторых условиях, которые невозможно осуществить в рамках, а именно: отсутствие фактических отклонений объемов услуг от плановых (в рамках месяца), а также минимальные отклонения объемов между месяцами; предоставление услуг для сторонних клиентов, что позволяло бы компенсировать простои ресурсов, в случае снижения плановых и фактических объемов; отсутствие какой-либо социальной ответственности за персонал и наличие избытка квалифицированных кадров на рынке труда; отсутствие прямой ответственности за выполнение планов отгрузок и возможность отклонение заявок на резко выросший плановый объем.

Наличие последних трех условий характеризовало бы рыночную сущность складского хозяйства и позволяло бы оперативно варьировать ресурсами в целях экономии, а также возможность отклонять объемы при резких скачках грузопотока.

В нашей ситуации выполнение обозначенных условий не может быть осуществимо, в первую очередь из-за того, что складская система является собственным активом, призванным обеспечить устойчивость и безопасность продаж. Переход на полноценные рыночные отношения не может быть

рекомендован консультантами, т.к. возникнут существенные риски имиджа и объемов отгрузок несопоставимые с возможными экономическими эффектами.

В результате будет необходимо использовать интегрированный подход, когда часть складских затрат будет компенсироваться установленным тарифом, но в случае объективной необходимости будут выделяться бюджетные средства на покрытие запаса складских ресурсов (люди и техника), компенсирующих риски плановых и внеплановых скачков объемов отгрузок. Именно в рамках переходного периода предстоит определить, какую часть «страхового запаса» ресурсов можно заложить в сам тариф и промоделировать, какие возможные затраты придется нести дополнительно.

Данный анализ надо делать именно в переходный период, когда заказчики начнут чувствовать ответственность за срочность и внеплановость работы склада, что позволит сократить неравномерность и снизить потребность в «страховом запасе» ресурсов.

Для упрощения понимания можно привести пример страхового запаса сырья, запчастей и материалов, который должен находиться на складах на случай срочных заказов, ремонтов и пр. Такая же ситуация возникает и со складскими ресурсами, страховой запас которых позволяет избежать риски срывов при резких изменениях объемов.

Подобный переходный период может продолжаться от 3 до 6 месяцев, в зависимости от точности первоначальной оценки тарифов и динамики снижения неравномерности и внеплановости отгрузок.

Возможна ситуация, когда заложенный «страховой запас» стоимости в тариф будет полностью покрывать все затраты склада и будут возникать излишки средств. Это будет говорить о том, что установленный тариф излишне завышен и требует снижения. В противном случае, коммерческие службы будут незаслуженно лишаться части маржинальности, что будет приводить к снижению их мотивации. Со временем тарифная сетка может корректироваться и возникнет ситуация, когда в среднем по году установленный тариф будет покрывать затраты склада с

достаточно высокой точностью. Излишки средств одного месяца будут покрывать недостачу средств другого месяца.

Одним из важных комплексных показателей работы склада будет снижение «уровня страхового запаса» в стоимости тарифа. Снижение будет свидетельствовать о том, что повысилась плановость и равномерность отгрузок, а также логистический менеджмент освоил инструменты оперативного привлечения/сокращения части складских ресурсов. Улучшение этого показателя даст прямую экономию складских затрат и будет влиять на высокий уровень логистического сервиса для клиентов.

Для минимизации рисков внедрения тарифной системы необходима отдельная разработка оперативного плана мероприятий, учитывающего обозначенные выше моменты.

Проверку доступности ресурсов и утверждение статуса заявки при достаточности ресурсов при проведении погрузочно-разгрузочных работ возможно реализовать на основе проблемно-ориентированной информационной системы планирования и управления погрузочно-разгрузочными операциями транспортного узла (ПОИСТУ). Важно, что при оценке достаточности ресурсов, базовый уровень достаточности должен иметь запас мощностей, который будет использоваться для внеплановых приоритетных заявок после утверждения плана отгрузок. Данный запас является следствием высокого уровня неопределенности со стороны коммерческих подразделений. По мере повышения плановости работы, резервный запас мощности будет сокращаться, что позволит оптимизировать затраты.

IT-решение управления и контроля транспортного узла должно обеспечивать автоматизацию приемки, планирования, исполнения, контроля и учета заявок клиентов на прием-отгрузку заказов (рисунок 4.2). В данном решении должны быть автоматизированы следующие процессы верхнего уровня: прием заявок клиентов; планирование работы транспортного узла; исполнение заявок клиентов; контроль исполнения заявок клиентов; учет исполнения заявок клиентов и работы транспортного узла. IT-решение может быть реализовано в виде совокупности

программных продуктов или программных модулей. При этом, анализ возможности приема заявок и расчет их стоимости выполняется в режиме реального времени.



Рисунок 4.2 – IT архитектура управления и контроля погрузочно-разгрузочных операций транспортного узла

Внутрисменное планирование работы транспортного узла осуществляется на основании заявок клиентов, принятых на соответствующую дату. Планирование осуществляется по каждой заявке в соответствии с критериями оптимизации работы транспортного узла: коммерческие критерии оптимизации – минимизация нарушений сроков исполнения заявок клиентов; производственные критерии оптимизации – максимизация загрузки ресурсов.

Исполнение заявок клиентов управляется складской информационной системой (WMS) на основании складских заданий. Складские задания могут быть активированы по управляющему действию в результате выполнения одного или нескольких из следующих событий по данным из системы электронной очереди:

наступление планового времени прибытия транспортного средства по заявке клиента; прибытие транспортного средства по заявке клиента. Складские задания поступают на радиотерминалы сотрудников. Контроль исполнения заявок клиентов осуществляется на основании данных о фактическом прибытии транспортных средств, поступающих из системы электронной очереди и фактическом времени выполнения складских операций, поступающих из WMS.

В системе может быть автоматически инициирован пересчет внутрисменного плана работы транспортного узла при выполнении одного или нескольких из следующих событий, в т.ч. по данным из системы электронной очереди или WMS: наступление планового времени прибытия транспортного средства по заявке клиента; прибытие транспортного средства по заявке клиента; отсутствие информации о прибытии транспортного средства по заявке клиента в течение допустимого интервала времени; отмена или изменение заявки клиента; появление новой заявки клиента на текущую смену; отклонение фактического времени выполнения складской операции от нормативного времени больше допустимого.

При пересчете плана работы транспортного узла должны учитываться те же исходные данные, что и на этапе планирования, а также данные о запланированном и фактическом прибытии транспортных средств по заявкам клиентов, данные о выполнении предварительной комплектации.

При этом, исполнение заявки клиента может быть перенесено на более раннее время, если транспортное средство прибыло раньше планового времени и предварительная комплектация выполнена или не требуется, а также исполнение заявки клиента может быть перенесено на более раннее время, если транспортное средство прибыло раньше планового времени и предварительная комплектация может быть перенесена на более раннее время.

Кроме того, исполнение заявки клиента не может быть перенесено на более раннее время, если транспортное средство не прибыло раньше планового времени и исполнение заявки клиента может быть перенесено на более позднее время, если транспортное средство не прибыло в плановое время.

Информационная система транспортного узла должна позволять формировать регулярную отчетность об исполнении заявок клиентов, содержащую следующую информацию: плановое и фактическое время событий по каждой заявке клиента: прибытие (регистрация) транспортного средства, въезд, выезд, выдача документов и т.п.; нормативное и фактическое время выполнения операций: регистрация ТС, загрузка (разгрузка), оформление документов и т.п.; плановое и фактическое время нахождения ТС на территории транспортного узла от момента регистрации и до момента выезда; плановая и фактическая себестоимость выполнения заявки клиента.

Отдельно выделим функцию (ПОИСТУ) по моделированию возможности уплотнения приемок и отгрузок с целью сокращения времени отгрузок и формирования дополнительных резервов времени для мест погрузочно-разгрузочных работ (МПРР) и используемых ресурсов. Запараллеливание процессов ПРР приводит к повышению потребности в ресурсах, а последовательная загрузка ресурсов может приводить к увеличению сроков отгрузок, но снижению количества самих ресурсов. Так, можно запустить две машины параллельно на одну и ту же продукцию на два разных МПРР, а можно это сделать последовательно. Последовательная загрузка позволит справиться с ПРР одной группой рабочих и техники. Машину можно загрузить одним типом продукции и ждать пока освободится МПРР для дозагрузки другим типом продукции. Но, существует альтернативный вариант догрузить машину с другого МПРР, что потребует дополнительных погрузочных ресурсов, но сократит простой транспорта в ожидании погрузки. При настройке (ПОИСТУ) необходимо определение приоритетов, или в сторону повышения скорости отгрузок, или в сторону экономии ресурсов. (ПОИСТУ) моделирует загрузку ресурсов склада для исполнения принятых заявок, с учетом существующих приоритетов заявок, и требуемых сроков отгрузки. Данный процесс может сгенерировать плановый простой ресурсов, т.к. возникнут пересечения загрузки ресурсов, например, невозможности одновременной загрузки двух машин с одного МПРР. Данные

простой ресурсов должны быть компенсированы тем же резервным буфером времени ресурсов.

По результатам моделирования формируется суточный график работы транспортного узла (график загрузки ресурсов + график заезда транспорта) с указанием очереди работы каждого из ресурсов (рисунок 4.3–4.6). В случае возникновения дефицита ресурсов в рамках существующих норм (ПОИСТУ) использует буферный резерв ресурсов. Причина изменений могут быть, как в отклонениях в процессе исполнения согласованных заявок, так и в добавлении внеплановых заявок или отмене спланированных заявок. Фактическая компенсация трудозатрат при внеплановой работе возможна только при реальном привлечении ресурсов сверх выделенного бюджета. В дальнейшем необходимо переходить на тарифные методы работы с оплатой по факту исполнения складских операций.



Рисунок 4.3 – Модель формирования базового суточного графика по используемым ресурсам погрузочно-разгрузочного цикла

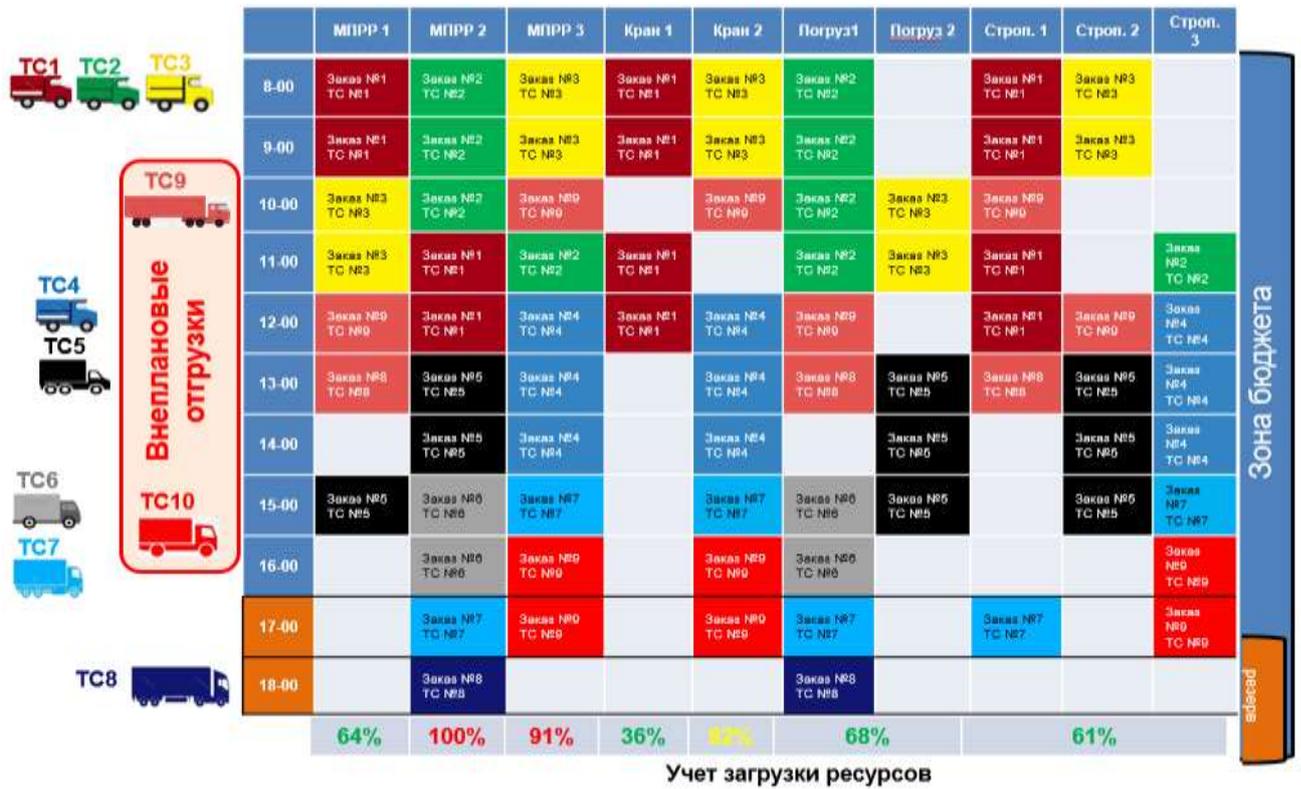


Рисунок 4.4 – Основной функционал (ПОИСТУ) в области моделирования внеплановых отгрузок



Рисунок 4.5 – Основной функционал (ПОИСТУ) в области моделирования опозданий отгрузок

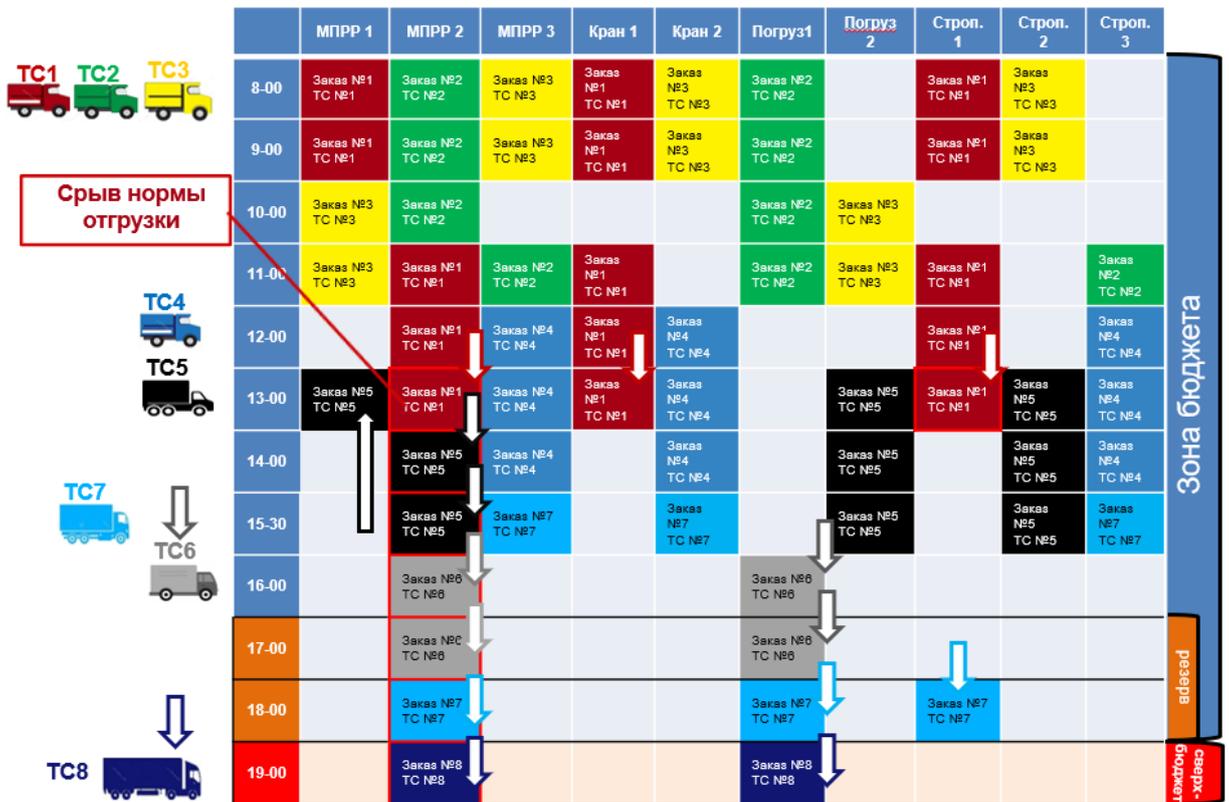


Рисунок 4.6 – Основной функционал (ПОИСТУ) в области моделирования отклонений от нормативов времени отработки транспортных средств

В такой постановке будет осуществлен уход от бюджетной работы склада на сделную с компенсацией затрат на каждую отгрузку. График работы транспортного узла на сутки должен иметь дополнительный объем информации. Как минимум, необходимо добавлять информацию по номерам машин в привязке к заявкам, что позволит автоматически формировать отдельный график заезда транспорта на территорию транспортного узла в разрезе транспортных средств, а также упростит процесс контроля и управления отгрузками и поставками непосредственно на местах ПРР. Также, это необходимо для предварительного оформления сопроводительной документации. Важными функциями (ПОИСТУ), кроме формирования графиков работы транспортного узла и заезда транспорта, являются: возможность отделять внеплановые заявки; оценивать возможность исполнения внеплановых заявок; выявлять ограничения ресурсов для исполнения внеплановых заявок; оценивать потребность в дополнительных ресурсах для исполнения внеплановых заявок; перестраивать график работы транспортного узла

и график заезда транспорта в оперативном режиме. Стандартные заявки включаются в график отгрузок по остаточному принципу исходя из наличия свободных окон (слотов) требуемых отгрузочных ресурсов. Если заявка не может быть включена в график при отсутствии возможностей склада, то отгрузка заявки будет отклонена и потребует согласования выделения дополнительных ресурсов для ее исполнения. Приоритетные внеплановые заявки могут быть включены в график вне очереди, повлияв на согласованный график работы всех складских ресурсов и график заезда транспорта. В таком случае может возникнуть ситуация, что внеплановая заявка спровоцирует нехватку ресурсов на отгрузку остальных заявок. (ПОИСТУ) «выдавит» из графика низкоприоритетные заявки и предложит перенести их на другие дни. В случае, если все заявки будут считаться приоритетными и потребуют отгрузки в рамках текущего дня, то (ПОИСТУ) должна представить перечень и объем недостающих ресурсов, с возможностью пересчета в стоимость переработки, или привлечения дополнительных ресурсов на стороне. Данные затраты должны быть компенсированы подразделением, сгенерировавшим внеплановую заявку. При этом, имеющийся резерв мощностей ресурсов для осуществления внеплановых отгрузок может быть не определен, как время в конце рабочей смены, а может быть заложен в рамках дня. Другими словами, приоритетная внеплановая заявка должна иметь возможность отгружаться в ближайшее время без сдвига остального графика отгрузок. Это возможно, когда имеются резервы времени (окна) по ходу всего рабочего дня.

Таким образом, эффект в области сокращения складских затрат возможен путем реализации следующих возможностей предлагаемого IT-решения: оптимизация размещения ТМЦ в привязке к местам ведения погрузо-разгрузочных работ (МПРР); организация возможности отгрузки оборачиваемой продукции с разных МПРР одновременно (оптимизация размещения по оборачиваемости); суточное планирование использования каждой единицы складского ресурса на основании нормативной базы; возможность управления ресурсами исходя из объемов грузопотока; оптимизация загрузки складских ресурсов в рамках недели, суток.

## **4.2. Структурно-параметрический синтез многоуровневой логистической системы совершенствования управления транспортными операциями**

Основой развития логистической системы является системный подход ко всем внедряемым улучшениям и процессам, обеспечение единого подхода во всех логистических центрах, а именно: управление запасами на складах и наличие на складе актуальных позиций в нужном количестве с оптимальным размещением; управление потоками движения продукции наиболее рациональным способом; управление поставками партнеров и сервисных центров в заданные сроки и в оптимальном объеме; управление расходами по складским и транспортным операциям с целью их оптимизации [23,25,53,57,170].

В такой постановке задачи были сформулированы основные критерии формирования иерархической логистической системы: полное удовлетворение потребности в продуктах у партнеров и сервисных центров; сокращение сроков поставки продукции; поддержание оптимального уровня запасов на всех уровнях логистической системы с учетом возможности обеспечения партнеров и сервисных центров при увеличении уровня продаж; оптимизация транспортных расходов [145,147,149].

Для полного удовлетворения потребности в продуктах у партнеров и сервисных центров, логистическая система должна обеспечить следующие условия работы: точность выполнения заказов - заказы должны выполняться точно в соответствии с заявкой партнера (полностью комплектные); срочность выполнения заказов - заказы должны доставляться партнерам и в сервисные центры точно в установленные и известные им сроки; надежность выполнения заказов - не должно быть задержек в выполнении заказов из-за отсутствия необходимых запасов в региональных логистических центрах, которые являются основным звеном логистической системы при работе с партнерами и сервисными центрами.

Сокращение сроков поставки партнерам и сервисным центрам достигается приближением к ним региональных логистических центров, которые в более

короткие сроки и с меньшими издержками могут снабжать их ТМЦ и их комплектующими.

Для поддержания оптимального уровня запасов на всех уровнях логистической системы предлагается наличие 3-х уровней управления запасами (рисунок 4.7): запасы, имеющиеся в логистических центрах (ЛЦ), обслуживающие распределенные зоны; запасы, имеющиеся в региональных логистических центрах (РЛЦ), расположенных в регионах и обслуживающих свое административное образование или группу административных образований; запасы, имеющиеся у партнеров и у сервисных центров (СЦ).

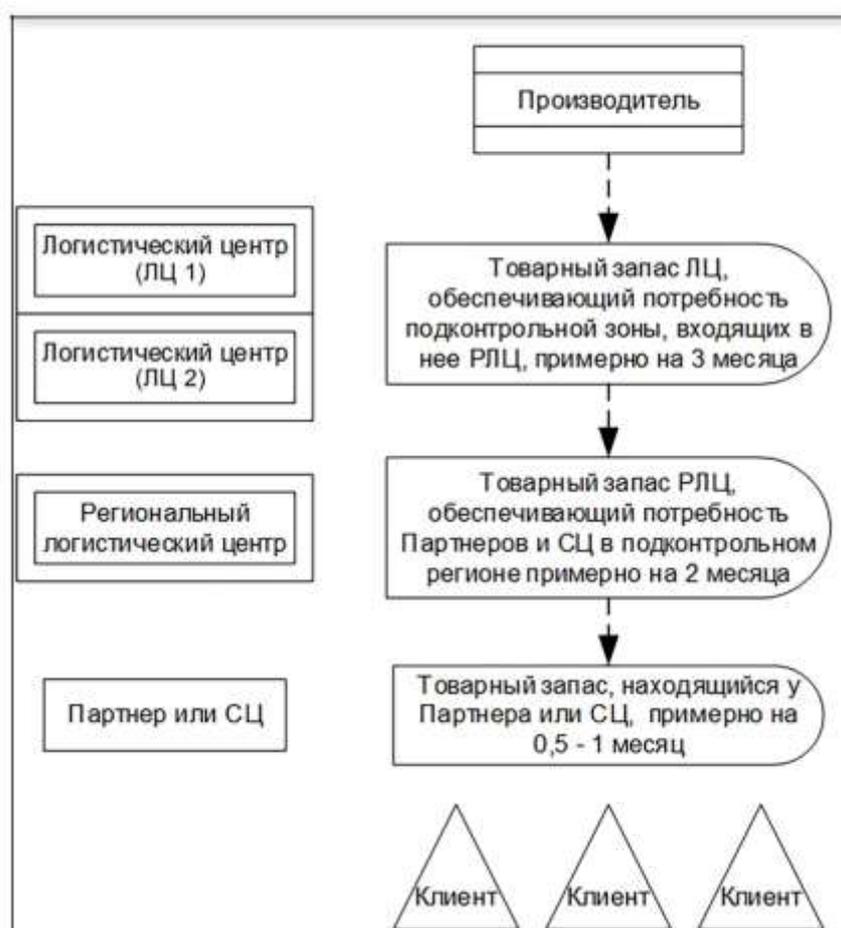


Рисунок 4.7 – Структура размещения и управления товарными запасами логистической системе

Такая система запасов позволяет оперативно перераспределять запасы в те регионы, где в них возникает наибольшая потребность и, в случае резкого возрастания спроса, не допустить значительного снижения продаж.

На следующем этапе исследования была решена задача оптимизации транспортных расходов исходя из различных вариантов построения логистических систем.

Вариант № 1. Два крупных логистических центра ЛЦ 1 и ЛЦ 2, которые обеспечивают деятельность всех партнеров и сервисных центров.

При такой логистической системе получаем двухуровневую систему запасов (рисунок 4.8): первый уровень – склад логистического центра в ЛЦ1 и склад ЛЦ 2; второй уровень – запасы, находящиеся у партнеров и в сервисных центрах. Весь товарный запас при такой системе находится на складах ЛЦ1 и ЛЦ2. Наличие двух ЛЦ обусловлено следующими факторами: наличие в зоне деятельности каждого ЛЦ эксклюзивного производителя продукции; исторически сложившаяся логистическая структура. В связи с тем, что уровень продаж может достаточно резко возрасти, а производительность по ключевому продукту ограничена, то для гарантии обеспечения резкого увеличения спроса необходимо иметь соответствующий товарный запас. Уровень этого запаса в логистической системе обусловлен следующими обстоятельствами: возможностью увеличения объема производства; скоростью доставки продуктов до партнеров.

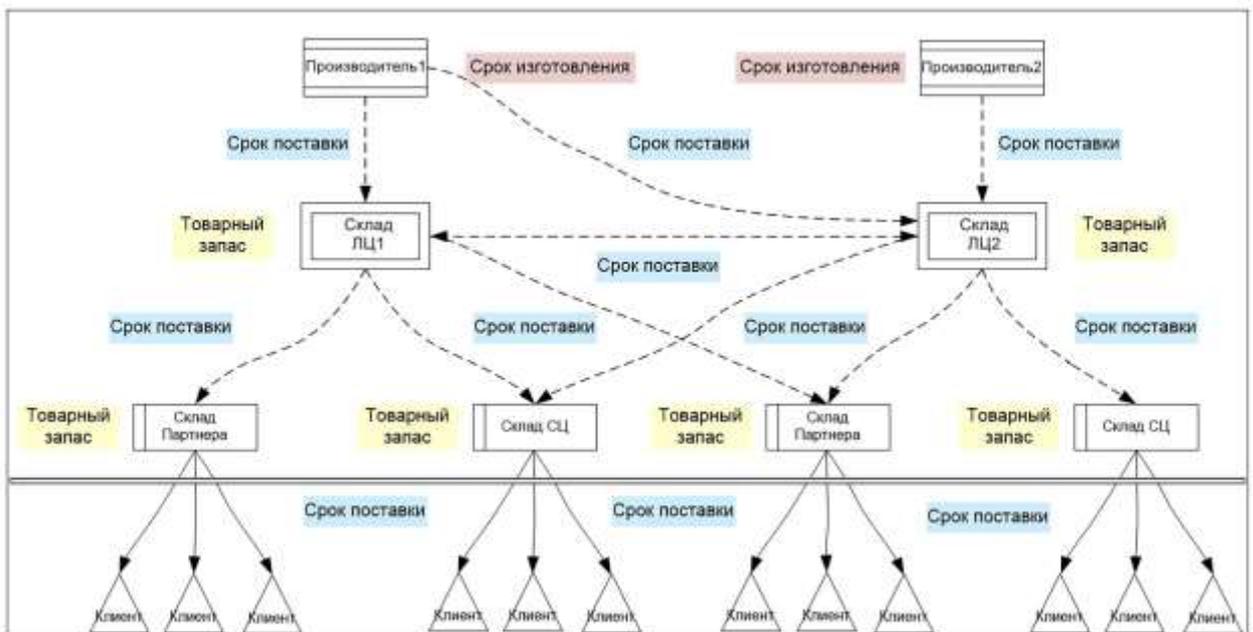


Рисунок 4.8 – Двухуровневая транспортно-логистическая система (вариант 1)

Вариант № 2. Два логистических центра ЛЦ1 и ЛЦ2, которые снабжают региональные логистические центры и обеспечивают деятельность всех партнеров и сервисных центров, находящихся в зоне их влияния и региональные логистические центры, которые обеспечивают деятельность всех партнеров и сервисных центров, находящихся в зоне их влияния. При такой логистической системе получаем трехуровневую систему запасов (рисунок 4.9): первый уровень – склад логистического центра в ЛЦ1 и склад логистического центра ЛЦ2; второй уровень – запасы, находящиеся в региональных логистических центрах; третий уровень – запасы, находящиеся у партнеров и в сервисных центрах.

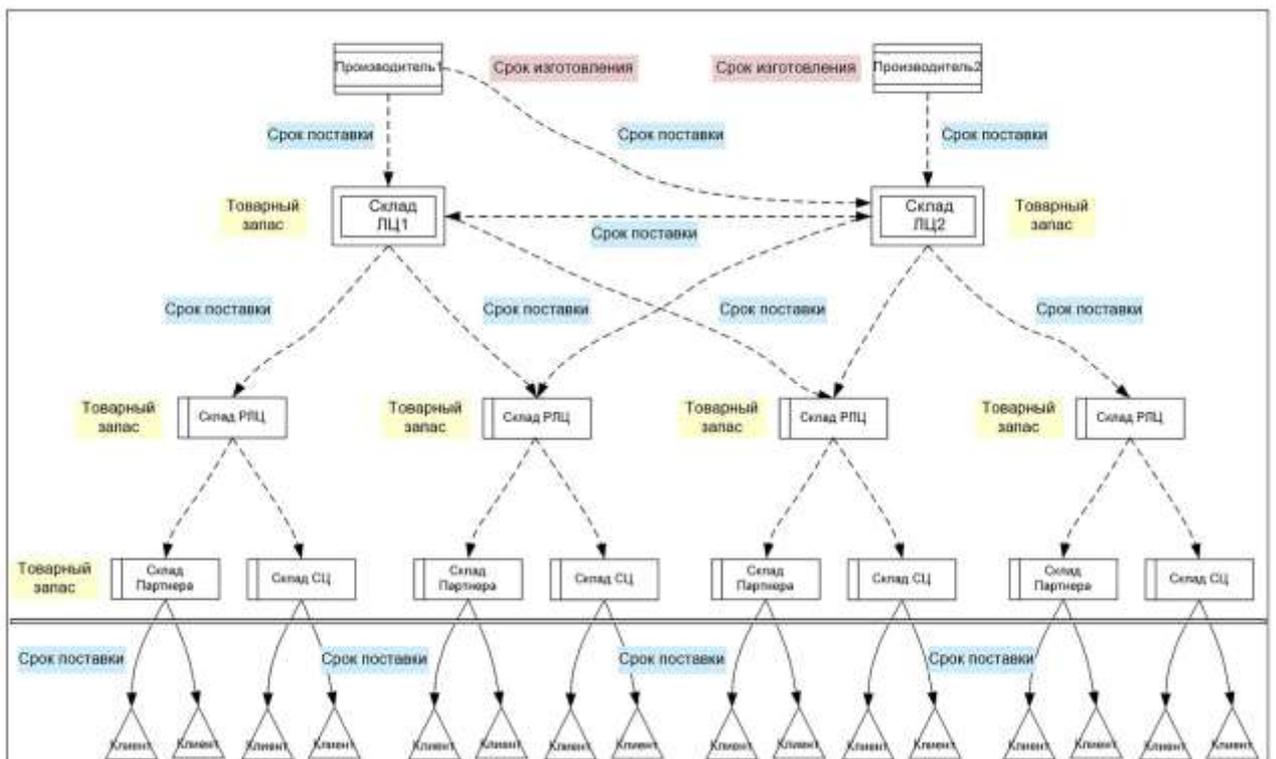


Рисунок 4.9 – Трехуровневая транспортно-логистическая система (вариант 2)

На втором уровне управления логистическими операциями находятся логистические центры, которые должны решать следующие задачи: осуществлять взаимодействие с центральными и региональными подразделениями в части возложенных на РЛЦ задач; осуществлять снабжение продукцией РЛЦ, партнеров и сервисных центров своих регионов и пополнение запасов требуемыми

материалами в другом ЛЦ; осуществлять хранение установленных объемов товарных запасов, необходимых для снабжения логистической системы и своей региональной сети; осуществлять взаимодействие с партнерами и сервисными центрами в части организации поставок продукции в закрепленном за ЛЦ регионе; осуществлять взаимодействие с перевозчиками в части организации перевозок; осуществлять взаимодействие с компаниями, осуществляющими доставку почтовой корреспонденцией или экспресс-отправкой; осуществлять взаимодействие с производителями продукции в части возложенных на них задач.

На втором уровне управления логистическими операциями также находятся региональные логистические центры, которые должны решать следующие вопросы: осуществлять взаимодействие с центральными и региональными подразделениями в части возложенных на РЛЦ задач; осуществлять снабжение продукцией партнеров и сервисных центров и пополнение запасов требуемыми материалами в случае необходимости в других РЛЦ; осуществлять хранение установленных объемов товарных запасов, необходимых для снабжения региональной сети; осуществлять взаимодействие с партнерами и сервисными центрами в части организации поставок продукции в закрепленном за РЛЦ регионе; осуществлять взаимодействие с перевозчиками в части организации перевозок; осуществлять взаимодействие с производителями продукции в части возложенных на них задач.

Взаимодействие ЛЦ и РЛЦ со всеми контрагентами должно осуществляться в рамках логистической информационной системы (ЛИС). На основании проведенных исследований были сформулированы предложения по формированию системы управления логистическими операциями «как должно быть» и разработана организационная структура логистического подразделения. Ключевые проблемы, связанные с текущей организационной структурой службы логистики заключаются в следующем: отсутствует единый центр управления и ответственности за логистику; уровень иерархии службы логистики не оптимален для решения возникающих проблем и вопросов; негативные следствия ключевых проблем и сложностей при взаимодействии со службой логистики.

Для построения эффективной системы управления логистическими операциями с учетом федерального (регионального) характера деятельности компании и результатов проведенного аудита логистической системы предлагается следующая схема управления логистическими операциями (рисунок 4.10).

Потребность в сотрудниках подразделений, входящих в состав управления логистическими операциями (УЛО), зависит от объема выполняемых операций и может составлять от одного до нескольких человек.

Для успешного взаимодействия подразделений логистики на всех уровнях управления управление логистическими операциями (УЛО) должно решать следующие вопросы: разработка и корректировка логистической стратегии в соответствии с общей стратегией компании; разработка и контроль выполнения планов логистического обеспечения деятельности; взаимодействие с другими подразделениями при решении оперативных и иных вопросов; осуществление управления всеми логистическими операциями.



Рисунок 4.10 – Модель взаимодействия управления логистическими операциями с службами предприятия

Наличие управления логистическими операциями позволит решить следующие задачи: определение порядка управления и взаимодействия

логистических подразделений в рамках единой логистической системы; осуществление развития логистической системы в соответствии с развитием; обеспечения функционирования системы управления товарными запасами на всех участках логистической системы; определения порядка взаимодействия в сфере логистики с менеджерами подразделений; осуществление работы по планированию в сфере логистики на основании планов развития на определенные периоды; осуществление контроля деятельности всех логистических подразделений с помощью ключевых показателей деятельности; обеспечение конкурентного преимущества на рынке в части своевременного и полного выполнения заказов партнеров и подразделений компании.

Схема взаимодействия управления логистическими операциями с подразделениями предприятия показана на рисунке 4.11.

Указанный функционал может быть реализован в полной мере только при наличии логистической информационной системы, системы управления товарными запасами и системы управления складом. Основными блоками функций, которыми должна обладать логистическая информационная система, являются следующие: формирование заказов партнеров (формирование заказа по установленной форме, передача заказа исполнителю, обработка заказа исполнителем, контроль комплектации заказа, контроль отгрузки заказа, контроль доставки заказа); управление запасами (отслеживание продаж, отслеживание расхода материалов со склада, контроль остатков на складе, сигнализация о необходимости пополнения запасов материалов, сигнализация о снижении запасов ниже допустимого уровня, перераспределение запасов между логистическими центрами (в случае необходимости), определение размера заказа у поставщика, формирование заказа материалов у поставщика, контроль выполнения заказов по срокам, контроль поступления материалов на склад); управление складом (прием материалов на склад, размещение на складе с применением адресного хранения, предоставление информации о нахождении материалов для комплектации заказа, контроль статуса выполнения заказа, списание материалов со склада,

формирование отчетов для бухгалтерии, бронирование материалов, проведение инвентаризаций).

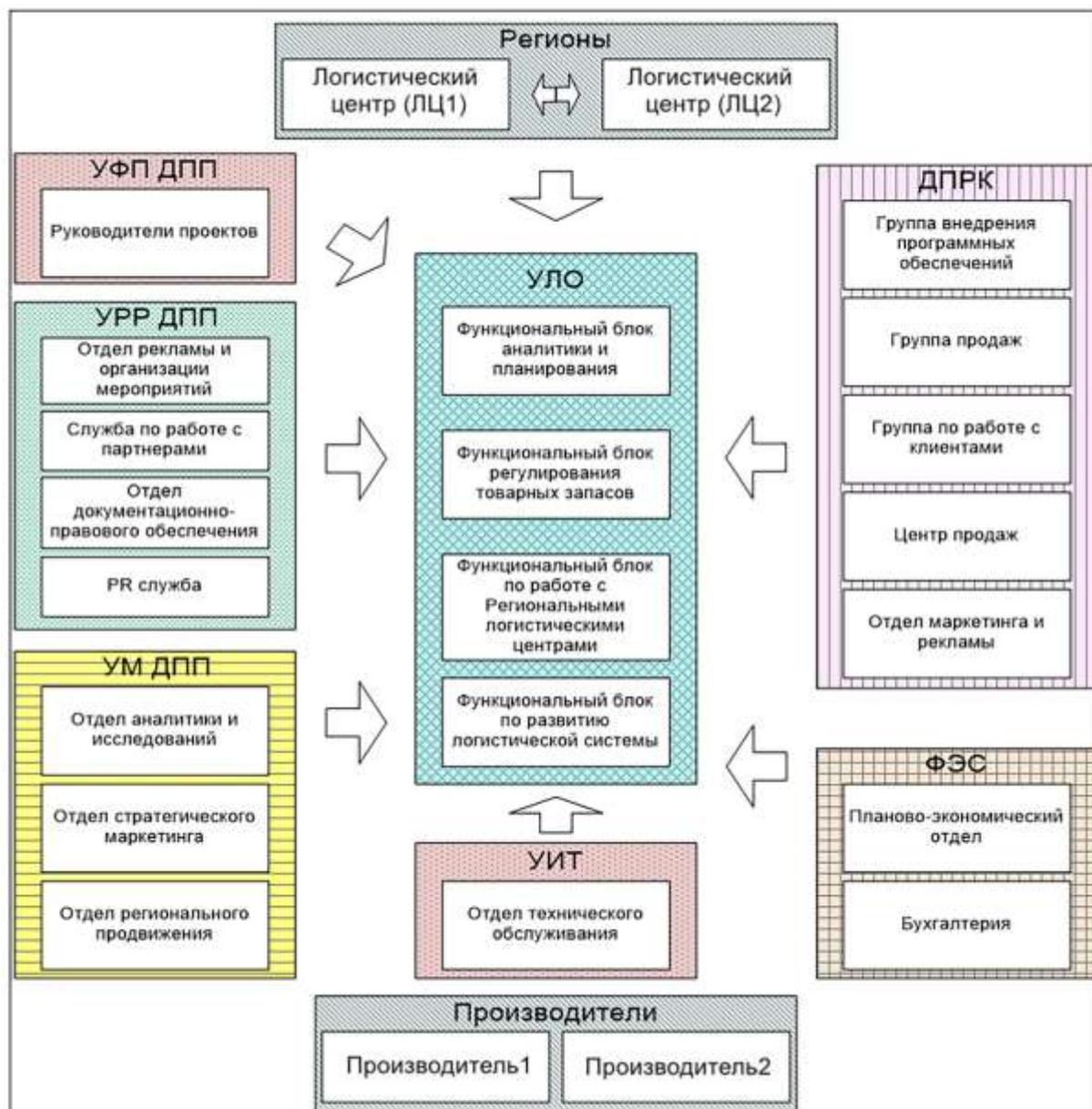


Рисунок 4.11 – Модель взаимодействия управления логистическими операциями с подразделениями предприятия

Кроме того, в ходе проведенных исследований были сформированы ряд предложений по совершенствованию системы управления логистическими операциями на предприятии.

Для управления товарными запасами необходимо сформировать функциональный блок регулирования товарных запасов, который должен входить

в управление логистических операций. Этот блок позволит решить проблемы, связанные с управлением движения товароматериальных ценностей.

Для решения этих проблем был разработан комплекс следующих мероприятий:

1. Внедрение логистической информационной системы, включающей систему управления товарными запасами и систему управления складом.
2. Наличие программного продукта по управлению товарными запасами или алгоритма расчета потребности в ТМЦ на основании фиксированных показателей и переменных данных.
3. Внедрение обязательного учета движения всех ТМЦ, проходящих через склад.
4. Организация передачи ежедневных данных из подразделений по всем регионам, а также о наличии у них товарного запаса по всем позициям.
5. Передача функциональному блоку права управления движением ТМЦ по всей цепочке: производитель (право заказа продукции по ключевым позициям)–склады логистических центров – склады региональных логистических центров, а также между складами ЛЦ и РЛЦ.
6. Организация порядка по оперативному и заблаговременному получению от соответствующих подразделений планов продаж, проведения различных акций и мероприятий на год и на каждый месяц с указанием ТМЦ, принимающих участие в этих мероприятиях.

На рисунке 4.12 видно, что основой управления движением ТМЦ является получение и обработка всей информации о продуктах и материалах, имеющих в данной системе. Контрагентами функционального блока регулирования товарных запасов в системе управления ТМЦ являются: все подразделения логистики (группы оперативного управления и склада); все подразделения центрального офиса, имеющие отношение к управлению продуктами и материалами; партнеры, осуществляющие реализацию продуктов.

Указанные контрагенты должны быть пользователями ЛИС и иметь возможность получать и вносить в базу данных необходимые данные о движении ТМЦ.

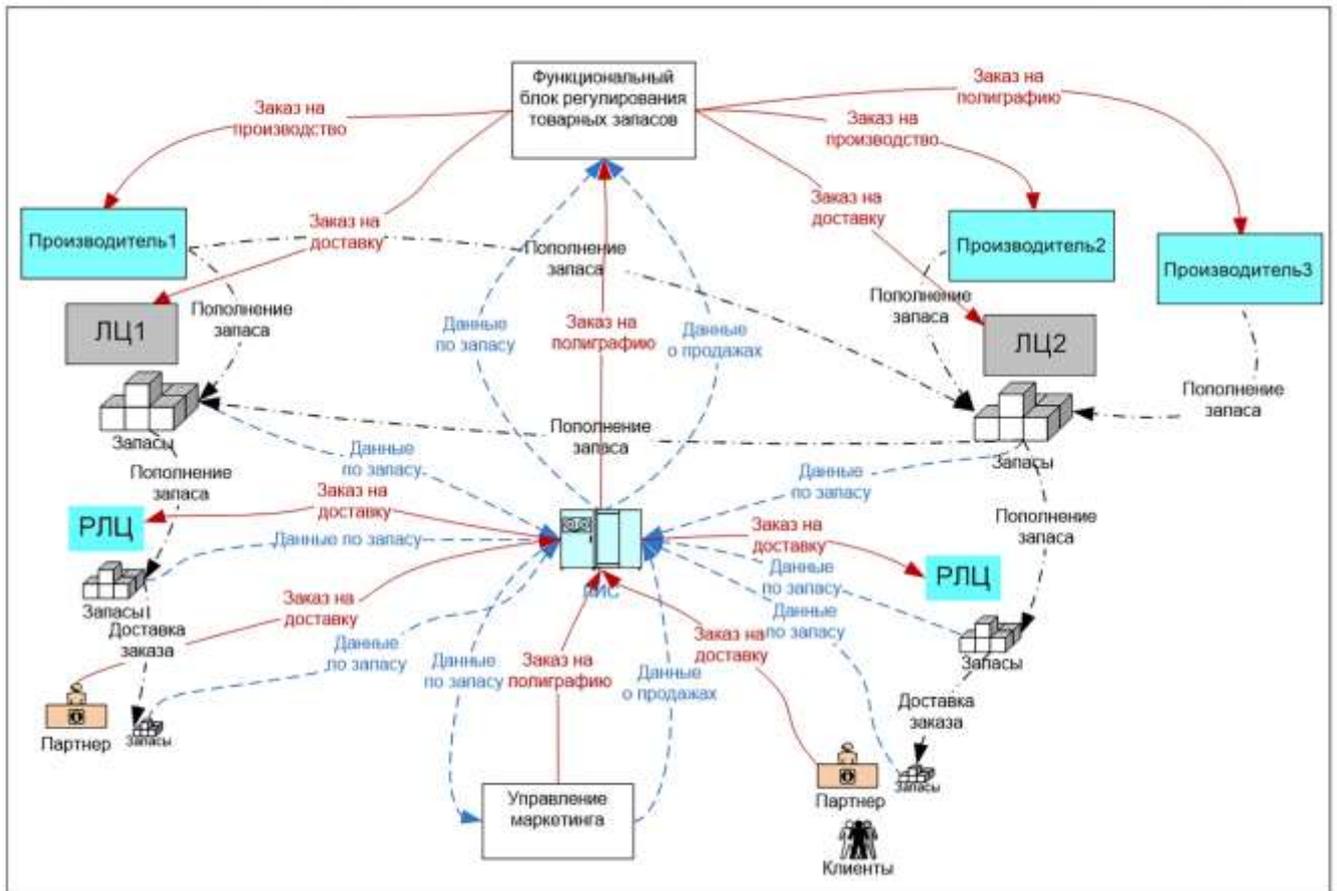


Рисунок 4.12 – Ситуационная модель управления товарными запасами предприятия

Для осуществления управления запасами по основной продукции должны быть разработаны следующие показатели: уровень запаса материалов у партнеров с учетом времени поставки от РЛЦ; уровень запаса материалов на складах РЛЦ с учетом времени его пополнения с ЛЦ1 или ЛЦ2; уровень запаса материалов на складах ЛЦ1 или ЛЦ2 с учетом возможного всплеска продаж и времени на производство требуемого материала.

Указанные уровни запасов материалов принимаются и утверждаются руководителями на планируемый период и служат основой для работы функционального блока регулирования товарных запасов.

Таким образом, реализация разработанной модели совершенствования логистической системы и ее интеграция в ЛИС позволит достичь следующих эффектов:

1. Повышение надежности и гибкости логистической системы (способность обеспечить резко возросший спрос (независимо от прогнозов), стабильность сроков выполнения заказов партнеров (стабильное получение партнерами материалов в один и тот же срок после заказа), стабильность работы в «пиковые периоды», 100%-е наличие необходимых материалов на складе).
2. Увеличение уровня обслуживания и удовлетворенности основных подразделений.
3. Сокращение сроков поставки партнерам в 2 раза при варианте с РЛЦ.
4. Повышение управляемости системы логистики (в первую очередь за счет единого центра ответственности, системы КПЭ и разработки порядка работы).
5. Предотвращение возникновения «залежавшейся продукции» путем информирования потенциальных пользователей (в подразделениях и у партнеров) о ее наличии.
6. Снижение затрат на перевозки (в результате мониторинга рынка и отслеживания сроков доставки).
7. Снижение уровня запасов (высвобождение средств, замороженных в запасы при текущем объеме продаж, снижение потенциальных потерь от истечения сроков годности продукции).
8. Стандартизация логистических процедур.
9. Возможность регулирования товарного запаса в логистической сети в зависимости от изменения спроса в разных регионах.
10. Возможность планирования запасов и поставок в соответствии с планами продаж.

11. Возможность ведения учета движения всех ТМЦ, проходящих через логистическую систему.

12. Возможность контрагентов логистической информационной системы (партнеров и сотрудников подразделений) получать необходимую информацию о движении ТМЦ и осуществлять заказы на их поставку.

#### **Выводы по главе 4**

1. Для формирования многоуровневой логистической системы совершенствования управления транспортными операциями было сформулировано множество оценочных критериев среди которых необходимо отметить следующие: полное удовлетворение потребности в продуктах у партнеров и сервисных центров; сокращение сроков поставки продукции; поддержание оптимального уровня запасов на всех уровнях логистической системы с учетом возможности обеспечения партнеров и сервисных центров при увеличении уровня продаж; оптимальный уровень транспортных расходов.

2. Разработанная многоуровневая логистическая система совершенствования управления транспортными операциями позволит решить следующие задачи: определение порядка управления и взаимодействия логистических подразделений в рамках единой логистической системы; осуществление развития логистической системы в соответствии с развитием; обеспечения функционирования системы управления товарными запасами на всех участках логистической системы; осуществление работы по планированию в сфере логистики на основании планов развития на определенные периоды; осуществление контроля деятельности всех логистических подразделений с помощью ключевых показателей деятельности; обеспечение конкурентного преимущества на рынке в части своевременного и полного выполнения заказов партнеров и подразделений компании.

3. Интеграция модели многоуровневой логистической системы совершенствования управления транспортными операциями в ЛИС позволит достичь следующих основных эффектов: повышение надежности и гибкости

логистической системы; улучшение уровня обслуживания и удовлетворенности основных подразделений; повышение управляемости системы логистики; снижение затрат на перевозки; снижение уровня запасов; стандартизация логистических процедур; регулирование товарного запаса в логистической сети в зависимости от изменения спроса; возможность планирования запасов и поставок в соответствии с планами продаж; возможность ведения учета движения всех ТМЦ, проходящих через логистическую систему.

4. Предложен системный подход к разработке логистической модели совершенствования управления транспортными операциями на предприятии, на базе которого сформированы рекомендации по сокращению сроков поставки продукции, а также поддержанию оптимального уровня запасов на всех уровнях логистической системы при увеличении уровня продаж. Произведена оптимизация транспортных расходов предприятия на основе анализа вариантов функционирования разработанных логистических систем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена важная научная и практическая задача, заключающаяся в разработке методов и моделей совершенствования управления транспортно-логистической системой промышленного холдинга на основе определения индивидуальной ответственности, уровня справедливой цены и достоверного оперативного контроля временных и стоимостных показателей основных участников-операторов целевыми схемами поставок.

Основные выводы и рекомендации, полученные лично автором, заключаются в следующем:

1. Проведен теоретико-информационный анализ эффективности создания рыночного 4PL-оператора на базе транспортно-логистического подразделения промышленного холдинга, определивший концепцию и потенциал для масштабных изменений транспортной логистики и позволивший решить задачу оптимизации и регламентации транспортно-складских бизнес-процессов логистического подразделения на базе системного анализа план-фактных показателей, реализовать возможность быстрого реагирования на изменения в сроках и условиях формирования грузопотоков, а при возникновении существенных отклонений своевременно принимать эффективные управленческие решения, направленные на поиск оптимального баланса логистических затрат.

2. Разработана модель управления целевыми схемами цепочки поставок в промышленных холдингах, базирующаяся на использовании технологий индустрии 4.0 и позволяющая реализовать фиксацию в режиме реального времени комплекса основных параметров коммуникативных связей в группе логистических операторов (сроки, состав, стоимость), а также осуществить информационно-логическое управления параметрами системных отклонений транспортно-логистического процесса.

3. Выявлены взаимосвязи комплекса стоимостных показателей поставки, надежности ее исполнения и уровня рыночных цен на перевозку груза, позволившие разработать логико-временную схему варьирования показателей отклонений и осуществить процедуру ситуационного моделирования цепочки

поставок, обеспечивающую в режиме реального времени воспроизведение закономерностей изменения пространственно-временных и стоимостных параметров в системе межузловых переходов целевых схем поставок.

4. Разработан механизм ситуационного управления цепочками поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга, базирующийся на основе воспроизводства режимов, условий функционирования и контроле статуса поставки в транспортно-логистической системе, определении уровня индивидуальной ответственности каждого участника транспортно-логистического процесса, сценарном моделировании множества возможных ситуаций, возникающих в транспортных узлах и обосновании системы бонусов и штрафов за потенциальное ускорение и возможные срывы сроков.

5. Разработана проблемно-ориентированная система оптимизации функций планирования и управления погрузочно-разгрузочными операциями в транспортных узлах цепочки поставок, которая позволяет реализовать процесс эффективного взаимодействия логистических подразделений в рамках единой логистической системы и осуществить оптимизацию транспортных расходов предприятия на основе анализа вариантов функционирования разработанных логистических систем.

6. Предложен системный подход и реализована процедура структурно-параметрического синтеза многоуровневой логистической системы совершенствования управления транспортными операциями, позволяющие решить задачу оптимизации временных и стоимостных показателей основных участников-операторов системы управления цепочками поставок на основе многофакторного анализа сформированного множества вариантов реализации разработанных логистических схем.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Айвазян С. А. Исследование зависимостей / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. — М.: Финансы и статистика, 1985. — 487 с.
2. Андрианова Н.В., Нечаева П.А. внедрение технологии блокчейн в управление цепями поставок ПАО "Камаз" // Вопросы новой экономики. 2021. № 2 (58). С. 23-31.
3. Аникин Б.А. Коммерческая логистика: учебник / Б.А. Аникин, А. П. Тяпухин. – Москва: Проспект, 2017. – 426 с.
4. Багинова В. В., Кузьмин Д. В. Особенности развития контрейлерных перевозок в России. Современные проблемы транспортного комплекса России. 2013;3(2):49–52.
5. Бажина Д.Б., Лукинский В.С., Николаевский Н.Н. Имитационное моделирование цепей поставок на основе системной динамики // Логистика и управление цепями поставок. 2020. № 1 (96). С. 47-56.
6. Баранова Н.В., Мезенцев Ю.А., Павлов П.С. О задаче и алгоритмах согласованного оптимального управления производством и материальными потоками предприятия // Системы анализа и обработки данных. 2021. № 3 (83). С. 7-18.
7. Баскаков П. В., Матюшин Л. Н. Интеграция России в международную транспортную систему (функциональный аспект). ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2015;(5):66–88.
8. Бауер А. 4PL-провайдеры рассматривают логистику как решающий фактор в конкретной борьбе. Логинфо. 2005;(3):26–27.
9. Борзова А.С., Львович Я.Е., Муха В.В. Многокритериальное моделирование выбора варианта структуры управления логистическим процессом в организационной системе // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2021. Т. 9. № 2 (33). С. 17-18.
10. Ботнарюк М.В. Партнерские взаимоотношения – императив ведения логистического бизнеса // Общество: политика, экономика, право. 2011;(1):53–57.

11. Боцвин Д. В. Логистические основы организации контейнерных перевозок на базе координационной компании // Транспорт: наука, техника, управление. 2011;(5):58–61.
12. Боцвин Д. В., Ковалев Г. А., Мамаев Э. А. Организация сборных контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2012;46(2):119–125.
13. Бродецкий Г.Л., Гусев Д.А., Елин Е.А. Управление рисками в логистике. Учебное пособие. – М.: Изд. центр «Академия», 2010. -192с.
14. Брынцев А.Н. Точка сингулярности в логистики // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. - 2018. - № 1. - С. 26-29.
15. Брынцев А.Н. Фрагментация и барьеры в логистике: монография (2-е издание, переработанное и дополненное). – Москва: Институт исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка, 2014. – 112 с.
16. Брынцев А.Н., Козенкова Т.А., Адамов Н.А. Особенности развития логистики в условиях цифровой экономики // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. - 2018. - № 4. - С. 11-14.
17. Брынцев А.Н., Лапин А.В., Левина Е.В. Повышение экономической безопасности промышленности на основе платформенных решений // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. - 2020. - № 4. - С.73-78.
18. Брынцев А.Н., Никишов С.И. Логистика: адаптивные информационные потоки: монография. – Издательство: ОАО «ИТКОР», 2016. – 142 с.
19. Брынцев А.Н. Риски логистических провайдеров в цифровой экономике // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. - 2017. - № 2. - С. 16-19.
20. Венде Ф., Волков В., Кузнецова Е., Яшина Ю. Логистика как нормативно-технологический каркас хозяйственной деятельности в цифровой экономике. Логистика. - 2019. - № 12 (157). - С. 40-45.
21. Водянова В., Заичкин Н., Ермаков И., Кузьминых С. Оценка задержки движения грузов в транспортных коридорах национальной логистической системы // Логистика. 2021. № 3 (172). С. 30-34.

22. Воеводская А.С. Системный анализ как метод принятия решения при логистическом проектировании складских систем // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 4-1 (62). С. 68-72.

23. Волков В. Д., Герами В. Д. Системно-операционные основы логистики и управления цепями поставок // Интегрированная логистика. 2011;(2):6–10.

24. Волков В.Д. Системно-операционные основы информационной и транспортной логистики в мультимодальных и международных перевозках: дисс. ... докт. техн. наук: 05.22.01 / В.Д.Волков: Моск. автомобил.-дорож. гос. тех. унив-т. - Москва, 2010. - 363с.

25. Волков В.Д. Системный подход к структурированию логистических активностей // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. - 2010. -№ 2. - С. 152-156.

26. Волков В.Д. Формирование метамоделей цифровой логистики //РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2021. № 1. С. 16-23.

27. Волков В.Д., Венде Ф.Д. Формализация системных и хозяйственных аспектов логистики // Биржа интеллектуальной собственности. - 2017. - Т. 16. - № 8. - С. 16-20.

28. Волков В.Д., Герами В. Д. Системно-операционные основы логистики и управления цепями поставок // Интегрированная логистика. 2011;(2):6–10.

29. Гагарский Э.А. Прогрессивные (логистические) транспортно-технологические системы как фактор снижения страховых рисков // Транспорт: наука, техника, управление. 2011;(9):14–16.

30. Гапанович В.А., Розенберг И. Н. Основные направления развития интеллектуального железнодорожного транспорта // Железнодорожный транспорт. 2011;(4):5–11.

31. Гвилия Н.А. Модели организации логистики корпораций в шеринг-экономике// Известия СПбГЭУ. – 2020. - №2(122). - С.152-158.

32. Герами В.Д. Логистическая терминология в программных документах развития транспорта // Логистика и управление цепями поставок. 2013;1(54):60–63.

33. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для прикладного бакалавриата / В.Е. Гмурман. — 12-е изд., 2016. — 479 с.
34. Голдсби Т., Мартиченко Р. Бережливое производство и 6 сигм в логистике: руководство по оптимизации логистических процессов / пер. с англ. под ред. Р.В. Морозова. - Минск: Гревцов Паблицер, 2009. – 416с.
35. Губенко В. С. Управление цепями поставок контейнерных грузов на принципах логистического аутсорсинга. Автореф. дис. ... канд. экон. наук. СПб.: ИНЖЭКОН; 2009. 18 с.
36. Губский М.И. Формирование 3PL и 4PL компаний как ключевой элемент государственной политики в сфере логистики // Проблемы управления. 2009;30(1):75–79.
37. Гусарова М.М., Кахриманов О.А. Применение цифровых технологий в логистических системах // Инновационная экономика и современный менеджмент. 2021. №1(32). С. 17-18.
38. Дементьев А.В. Контрактная логистика: монография. СПб.: ООО «Книжный Дом»; 2013. 146 с.
39. Дмитриев А.В. Цифровые технологии прослеживаемости грузов в транспортно-логистических системах // Стратегические решения и риск-менеджмент. - 2019. - №1. - С. 20-26.
40. Дмитриев А.В. Развитие цифровых платформ транспортно-логистического обслуживания // Логистические системы в глобальной экономике. 2020. № 10. С. 125-129.
41. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. - М.: Финансы и статистика, 1986. – 418 с.
42. Дрянова Г.Б., Орлов А.И. Непараметрическое оценивание коэффициентов вариации технических характеристик и показателей качества. // Надежность и контроль качества. -1987. -N7.- С.10-16.
43. Дудник Т.А., Бодров А.С., Колпакова С.В., Лёвшина К.В. Решение задачи коммивояжера с ограничением времени доставки в условиях развития

цифровых технологий на транспорте // Мир транспорта и технологических машин. 2021. № 1 (72). С. 64-72.

44. Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И., Стерлигова А.Н. Логистика: интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок / Учебник под ред. проф. В.И. Сергеева. – М.: Эксмо, 2008. – 944с. (Полный курс МВА).

45. Дыбская В.В., Сергеев В.И. Мировые тренды развития управления цепями поставок // Логистика и управление цепями поставок, 2018. - №2. - С.3-14.

46. Дыбская В.В., Сергеев В.И. Трёхуровневая модель интегрированного управления запасами в цепях поставок // Логистика и управление цепями поставок. 2020. № 2 (97). С. 47-57.

47. Дыбская В.В., Сергеев В.И. Цифровая логистика и управление цепями поставок: перспективы развития // Логистика: современные тенденции развития. - 2018. - №1. - С. 5-11.

48. Елисеева И.И., Рукавишников В.О. Логика прикладного статистического анализа. М.: Финансы и статистика, 1982. -190 с.

49. Ермаков А.А. Имитационное моделирование для принятия решений в логистике // Актуальные исследования. 2021. № 17 (44). С. 9-11.

50. Ерофеев А.А., Бородин А.Ф. Модели описания процессов поиска управляющих решений в ИСУПП // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. 2020. № 2 (41). С. 59-63.

51. Зайцев Е. И., Парфенов А. В., Уваров С. А. Процессная модель формирования надежных цепей поставок // Логистика и управление цепями поставок. 2012;(49):5–14.

52. Зубков В. Н., Рязанова Е. В. Методы эффективного взаимодействия участников перевозочного процесса в транспортных узлах // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2012;45(1):135–143.

53. Ивахненко А.Г., Юрачковский Ю.П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. - М.: Радио и связь, 1987. – 123 с.

54. Изтелеуова М.С., Аримбекова П.М. Практическое применение блокчейна в логистике // Вестник Международного Университета Кыргызстана. 2020. № 1 (40). С. 194-199.
55. Илюхина С.С. Аутсорсинг логистических услуг в практике внешнеэкономической деятельности // Образование и право. - 2016. - №5. - С.98-107.
56. Капитонов А. Е. Организация контейнерных перевозок на основе принципов логистики: дис. ... канд. технич. наук: 05.22.08. СПб; 2001. 190 с.
57. Квитко К.Б. Структурно-логическая модель транспортно-логистического кластера // Инновационные транспортные системы и технологии. 2021. Т. 7. № 4. С. 76-89.
58. Кейванова Е.В. Сущность социально ориентированной логистики и ее роль в общественной жизни // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2014. – № 2. – С. 142–147.
59. Кендалл М. Дж. Многомерный статистический анализ и временные ряды / М. Дж. Кендалл, А. Стьюарт. — М.: Наука, 1976. — 734 с.
60. Кендалл М.Дж. Статистические выводы и связи / М. Дж. Кендалл, А. Стьюарт. — М.: Наука, 1973. — 892 с.
61. Кендалл М.Дж. Теория распределений / М. Дж. Кендалл, А. Стьюарт. — М.: Наука, 1966. — 586 с.
62. Кини Р.Л. Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: Предпочтения и замещения. - М.: Радио и связь, 1981. - 560 с.
63. Кириллова А. Г. Методология организации контейнерных и контрейлерных перевозок в мультимодальных автомобильно- железнодородных сообщениях: дисс. ... д-ра технич. наук: 05.22.01. М.; 2010. 335 с.
64. Клепиков В. В. Логистические центры как инструмент организации смешанных перевозок // Морские порты России. 2003;(3):37–41.
65. Клименко В. Роль 4PL-провайдеров в управлении логистическими центрами // Логистика. 2012;65(4):38–40.

66. Королева Е.А., Сурнина А.С., Филатова Е.В. Цифровизация системы контейнерных перевозок // Транспортное дело России. -2020.- № 1. - С. 152-155.
67. Котов Ф.А., Преображенская В.В. Применение методов имитационного моделирования в складской логистике // Научный аспект. 2020. Т. 14. № 2. С. 1831-1836.
68. Крамер Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. — М.: Мир, 1975. — 648 с.
69. Ксенофонтова В.А. Обобщенная математическая модель процессов перевозок грузов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2021. № 2 (82). С. 158-167.
70. Кузьмин В. Р. Возможности использования ситуационного исчисления при решении проблем ситуационного управления // Системные исследования в энергетике. Труды молодых ученых ИСЭМ СО РАН. Иркутск, 2017. Вып. 47. С. 112–116.
71. Куприяновский В.П., Евтушенко С.Н. Правительство, промышленность, логистика, инновации и интеллектуальная мобильность в цифровой экономике // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – Т. 13. – № 1. – С. 76.
72. Лапидус Б.М. Влияние цифровизации и индустрии 4.0 на развитие экосистемы железнодорожного транспорта // Железнодорожный транспорт. - 2018. - № 3. - С. 28-33.
73. Левенцов А.Н., Лавров А.С., Маркина А.С. Модель выбора приоритета планирования маршрутных карт в машиностроительном производстве // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. - 2020. - №3. - С.158-173.
74. Лёвкин Г., Куршакова Н., Симак Р., Саттаров Р. Методические подходы к декомпозиции логистической системы производственного предприятия // Логистика. 2021. № 1 (170). С. 36-40.
75. Линёв О.Н. Оценка эффективности функционирования логистических систем. // Российское предпринимательство. 2008;112(6-1):21–23.

76. Лукинский В.С., Серова Е.Г. Методы и инструменты интеллектуального анализа данных в цифровой логистике и управлении цепями поставок // Логистика и управление цепями поставок, 2018, № 4(87), С. 73-80
77. Макаров А.М., Виноградская Т.Н. и др. Теория выбора и принятия решений. -М: Наука, 1982.- 328с.
78. Мандрыкин А.В., Пахомова Ю.В. Модель организации и управления логистическими системами // Экономинфо. 2020. Т. 17. № 1. С. 61-66.
79. Мартынович Н.В. Проблема рисков при построении глобальных цепей поставок // Цифровая наука. 2021. № 1. С. 17-22.
80. Маслов Е.С. Разработка методов управления транспортно-экспедиционной деятельностью на основе интеллектуальных информационных технологий: дис. канд. техн. наук: 05.22.01. – Рос. университет транспорта, Москва, 2019 – 158 с.
81. Москвичев О.В., Васильев Д.В. Интеллектуальная система управления контейнерным терминалом // Железнодорожный транспорт. 2021. № 4. С. 16-19.
82. Массель Л. В., Кузьмин В. Р. Ситуационное исчисление как развитие семиотического подхода к построению интеллектуальной системы поддержки принятия решений // Вестн. НГУ. Серия: Информационные технологии. 2017. Т. 15, № 4. С. 43–52.
83. Массель Л. В., Массель А. Г. Ситуационное управление и семантическое моделирование в энергетике // IV Международная конференция OSTIS: Труды. Минск, 2014. С. 111–116.
84. Никитин С.И., Никифоров Е.С., Фельдшеров К.В. Моделирование логистических процессов в условиях риска // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. - 2019. - № 1 (15). - С. 191-199.
85. Никишов С. И. Анализ надежности логистического провайдера на основе аппарата теории нечетких множеств // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2019. – № 4. – С. 19-23.

86. Никишов С. И. Формирование и развитие адаптивно-интегрированной логистики на основе интеллектуальных технологий // Российское Предпринимательство. – 2019. – Т. 20. – № 1. – С. 393-400.
87. Никишов С. И., Цифровая трансформация логистики: Монография – М.: Изд. «Дело», 2019 – 122с.
88. Никишов С.И. Моделирование информационных потоков в логистике // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2017. – № 4 – С. 47.
89. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М: Наука, 1981.- 318с.
90. Осипов Г. С. От ситуационного управления к прикладной семиотике // Новости искусственного интеллекта. 2002. № 6 (54). С. 2–12.
91. Покровская О.Д., Куликов Е.С. Автоматизация проектирования логистических цепей и их элементов в свете цифровизации транспортной отрасли России // Вестник транспорта. 2020. № 1. С. 16-20.
92. Поспелов Д. А. Ситуационное управление. Теория и практика. М.: Наука, 1986. 284 с.
93. Резниченко С.С. Многокритериальная оптимизация задач организации, планирования и управления горным производством. -М: МГИ, 1989.- 90с.
94. Рубцов А.Е., Ботвин Г.А., Белых Д.Л. Обзор и анализ современного программного обеспечения для управления цепями поставок // Экономика и управление. - 2017. - №1 (135). - С.39-46.
95. Сергеев В.И. Анализ цепей поставок с помощью SCOR-модели. // Прикладная логистика. - 2011. - №№5-6.
96. Сергеев В.И. Перспективы развития цифровой логистики и SCM в России и роль школы логистики НИУ ВШЭ // Логистика и управление цепями поставок. - 2017. - № 6 (83). - С. 3-14.
97. Сергеев В.И., Дутиков И.М. Цифровое управление цепями поставок: взгляд в будущее // Логистика и управление цепями поставок. – 2017, № 2. – С. 87–97.

98. Сергеев В.И., Кокурин Д.И. Применение инновационной технологии «Блокчейн» в логистике и управлении цепями поставок // Креативная экономика. – Том 12, № 2, 2018. – С. 125–140.

99. Силкина Г.Ю. Информационно-технологическое согласование моделей транспортно-логистического бизнеса в системе смарт-контрактинга // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2020. - № 2. – С. 122-129.

100. Силкина Г.Ю., Шевченко С.Ю., Щербаков В.В. Смарт-контракт как инструмент менеджмента в клиентоориентированных моделях бизнеса // Инновации в управлении региональным и отраслевым развитием: Материалы Национальной с междунар. участием науч.-практ. конф. – Тюмень, 2020. – С. 168-171.

101. Силкина Г.Ю., Щербаков В.В. Инструментальное обеспечение цифровизации логистики // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2018. - № 4. – С. 6-10.

102. Симионова Н.Е., Кириченко Д.А. Подходы к управлению эффективностью цепей поставок // Экономика и предпринимательство. 2021. № 1 (126). С. 1079-1083.

103. Сковородников О.Г. Цифровая трансформация логистики: шаг бизнеса в будущее // Логистика сегодня. 2020. № 4. С. 260-264.

104. Смоленчук А.М. Применение современных инструментальных средств и технологий математического моделирования при исследовании мультимодальных грузоперевозок // Russian Journal of Logistics & Transport Management. 2021. Т. 6. № S. С. 97-101.

105. Степанов Д. Ю. Интеграция модулей логистики и финансов при внедрении корпоративных информационных систем на примере SAP ERP. // Проблемы экономики. 2014;62(4):22–27.

106. Тебекин А.В. Возможности повышения эффективности предоставления услуг систем логистического сервиса (1PL - 5PL) в результате

внедрения цифровых технологий // Маркетинг и логистика. 2021. № 1 (33). С. 63-72.

107. Усачева Л.Н., Шепелин Г.И. Управление цепями поставок морского транспорта с помощью цифровых технологий // Актуальные исследования. 2021. № 29 (56). С. 20-22.

108. Фам Н.В. Решения для минимизации логистических затрат в цепях поставок // Креативная экономика. 2021. Т. 15. № 6. С. 2317-2334.

109. Хайбуллина Э.Э., Мазуренко О.И., Русинов И.В. Применение современных информационных технологий в транспортной логистике и их влияние на эффективность грузоперевозок // Транспортное дело России. 2021. № 1. С. 130-134.

110. Халын В.Г. Разработка автоматической системы управления складским логистическим транзитным комплексом на базе применения искусственного интеллекта // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2020. № 3 (71). С. 61-69.

111. Цевелев А. В., Цевелев В. В. Система управления поставщиками и цепочка создания стоимости: инновационная логистика МТО // Экономика железных дорог. - М.: Прометей, 2018. - №10. – С. 36-42.

112. Чертыковцев В.К. Моделирование потоковых процессов // Парадигма. 2021. № 5. С. 40-45.

113. Шагоян Х.В. Сетевые логистические кластеры в развитии национальной логистической системы российской федерации при цифровой трансформации экономики // Бизнес. Образование. Право. 2021. № 3 (56). С. 86-92.

114. Шульженко Т.Г. Количественные оценки цифровой зрелости логистической деятельности предприятия // В сборнике: Логистика и управление цепями поставок Сборник научных трудов. Под редакцией В.В. Щербакова, Е.А. Смирновой. Санкт-Петербург, 2018. - С. 159-167.

115. Шульженко Т.Г. Модели межорганизационной логистической интеграции в условиях цифровой экономики // Экономика и предпринимательство. – 2018. - № 11 (100). – С. 862-870.

116. Шульженко Т.Г. Совершенствование методов стратегического анализа в задачах инновационного развития логистической инфраструктуры // РИСК: Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. - 2020. - № 2. - С.21-29.

117. Шульженко Т.Г. Сценарии перехода к технологии смарт-контрактов при управлении логистическими процессами в транспортных цепях // Управление бизнесом в цифровой экономике: Сб. тезисов выступлений 3-ей междунар. конф. / Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. - СПб., 2020. – С. 32-36.

118. Щербаков В.А. Основы логистики: Учеб. для вузов/Под ред. В. Щербакова. СПб.: Питер, 2018. - 432с.

119. Щербаков В.В. Синергия коммерции и логистики в цифровой экономике контрактного типа // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. - 2020. - № 2 (122). - С. 78-85.

120. Щербаков В.В. Технология блокчейн в системе смарт-контрактов транспортно-логистической компании // Современный менеджмент: проблемы и перспективы. Сб. статей по итогам XIV междунар. науч.-практ. конф. СПб, 2019. – С 797-801.

121. Щербаков В.В., Силкина Г.Ю., Шевченко С.Ю. От бизнес-модели к бизнес-процессам: методология постановки менеджмента в цифровой среде // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2021. - № 2. – С. 29-34.

122. Щербаков В.В., Силкина Г.Ю., Шульженко Т.Г. Инновационная модель системы смарт-контрактинга: риски внедрения и масштабирования в транспортно-логистическом бизнесе // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2021. № 4. С. 6-11.

123. Эглит Ян.Я., Эглите К.Я., Балыбин А.С., Родионова А.Е. Методика принятия оптимальных управленческих решений при экспедировании // Эксплуатация морского транспорта. 2020. № 4 (97). С. 3-7.

124. Эглит Ян.Я., Эглите К.Я., Попова Е.А., Юрченко А.А. Определение параметров производственных функций Кобба-Дугласа по статистическим рядам // Эксплуатация морского транспорта. 2021. № 2 (99). С. 31-35.

125. Яковлева Д.О. Прогностические модели и основные принципы оценки параметров цифровых потоков данных в логистике международной торговли // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2021. № 4. С. 17-24.

126. Яковлева Д.О., Шульженко Т.Г. Понятие и классификация потоков данных в международных логистических системах // Логистические системы в глобальной экономике. - 2021. - № 11. - С.338-342.

127. Якунин В.И. Новые формы взаимодействия железнодорожного и морского транспорта в условиях глобализации международных перевозок грузов. // Транспорт: наука, техника, управление. 2007;(8):4–12.

128. Ayan O., Ozturk M. G., Kosegolou A. M., Colak M. Supply chain resilience in 4PL companies. In: 4th Global Business Research Congress. May 24-25, 2018, Istanbul, Turkey. PressAcademia Procedia (PAP). 2018;7:359-361. DOI: <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2018.916>.

129. Baidya A., Bera K. U., Maiti M. Models for solid transportation problems in logistics using particle swarm optimisation algorithm and genetic algorithm. Int. J. of Logistics Systems and Management. 2017;27(4):487–526. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2017.085225>.

130. Çağlar Kalkan B., Aydin K. The role of 4PL provider as a mediation and supply chain agility. Modern Supply Chain Research and Applications, 2020;2(2):99–111. DOI: <https://doi.org/10.1108/MS CRA-09-2019-0019>.

131. Cezanne C., Saglietto L. Redefining the boundaries of the firm: the role of 4PLs.

The International Journal of Logistics Management. 2015;26(1):30–41. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLM-06-2012-0054>.

132. Connecting to complete, Trade Logistics in the Global Economy, the Logistics Performance Index and Its Indicators. 2016. EU: World Bank; 2016. 72 p.

133. Cui Y., Huang M., Dai Q. 4PL collaborative routing customization problem on the dynamic networks. In: 2017 13th IEEE Conference on Automation Science and Engineering (CASE). Xi'an, 2017. P. 1345-1349. DOI: <https://doi.org/10.1109/COASE.2017.8256289>.

134. Cui Y., Huang M., Liu J. Multi-objective 4PL routing problem on time varying networks. In: 12th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD). 2016. P. 271–275. DOI: <https://doi.org/10.1109/FSKD.2016.7603185>.
135. Cui Y., Huang M., Zhang X., Yang X. 4PL Routing Problem on fuzzy Time Varying Networks. In: First International Conference Economic and Business Management 2016. 2016; 16:438–444. DOI: <https://doi.org/10.2991/feb-16.2016.67>.
136. Dyczkowska J. 4PL logistics operator in the supply chain. *Zeszyty Naukowe Akademii Sztuki Wojennej*. 2018;110(1):25–36. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.1461>.
137. Eltantawy R. A., Fox G. L. and Giunipero L. (2009), "Supply management ethical responsibility: reputation and performance impacts". *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 14 No. 2, pp. 99-108.
138. Folinas D. (ed.) *Outsourcing Management for Supply Chain Operations and Logistics Service*. Hershey, PA: IGI Global; 2013. DOI: <http://doi:10.4018/978-1-4666-2008-7>.
139. Gruchmann T., Melkonyan A., Krumme K. Logistics Business Transformation for Sustainability: Assessing the Role of the Lead Sustainability Service Provider (6PL). *Logistics*. 2018;2(4):25. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics2040025>.
140. Gruchmann T., Pratt N., Eiten J., Melkonyan A. 4PL Digital Business Models in Sea Freight Logistics: The Case of FreightHub. *Logistics*. 2020;4(2):10. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics4020010>.
141. Gupta S., Palsule-Desai O.D. (2011). Sustainable supply chain management: Review and research opportunities. *IIMB Management Review*, 23, 234–245.
142. Gviliya N.A., Parfenov A.V., Shulzhenko T.G. Interorganizational logistics entities: categorization of forms and quantitative evaluation. *Opcion*. - 2018. - Vol.34. Num. 86-2. - Pp. 266-279.
143. Handfield R. Preparing for the Era of the Digitally Transparent Supply Chain: A Call to Research in a New Kind of Journal. *Logistics*. 2017;1(1):2. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics1010002>.

144. Hinkka, V., Häkkinen, M., Holmström, J. and Främling, K. Supply chain typology for configuring cost-efficient tracking in fashion logistics. *The International Journal of Logistics Management*. 2015;26(1):42–60. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2011-0016>.
145. Huang M., Ren L., Lee L.-H., Wang X. 4PL routing optimization under emergency conditions. *Knowledge-Based Systems*. 2015;89:126–133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2015.06.023>.
146. Jonsson P. *Logistics and Supply Chain Management*. McGraw: Hill Higher Education, 2008. 491 p.
147. Jüttner U., Christopher M., Baker, S. (2007). Demand chain management: integrating marketing and supply chain management. *Industrial Marketing Management*. 36(3), pp. 377–392.
148. Kelly J., Male S. (2006). Value management. In Kelly, J., Morledge, R., Wilkinson, S. (Ed.), *Best value in construction*, United Kingdom: Blackwell Publishing, pp. 77-99.
149. Khan S.A.R., Dong Q.L., Yu Z. (2016). Research on the measuring performance of green supply chain management: In the perspective of China. *International Journal of Engineering Research in Africa*.27, pp. 167-178.
150. Kolinski A., Horzela A., Cudzilo M., Domanski R. Reference Model of Information Flow in Business Relations with 4PL Operator. In: Kolinski A., Dujak D., Golinska-Dawson P. (eds.) *Integration of Information Flow for Greening Supply Chain Management. EcoProduction (Environmental Issues in Logistics and Manufacturing)*. Springer, Cham.; 2020. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-24355-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-24355-5_2).
151. Lambrechts W., Son-Turan S., Reis L., Semeijn J. Lean, Green and Clean? Sustainability Reporting in the Logistics Sector. *Logistics*. 2019;3(1):3. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics3010003>.
152. Lee H.-Y., Seo Y.-J., Dinwoodie J. Supply chain integration and logistics performance: the role of supply chain dynamism. *The International Journal of Logistics Management*. 2016;27(3):668–685. <https://doi.org/10.1108/IJLM-06-2015-0100>.

153. Macharis C., Melo S., Woxenius J., van Lier T. (eds.) *Sustainable Logistics Vol: 6*. Emerald Group Publishing; 2014. 365 p.
154. Mehmman J., Teuteberg F., Freye D. Sequencing of Bulk Transports in a 4PL Scenario. In: *The International Conference on Logistics & Sustainable Transport*. Celje, Slovenia. 2013;10.
155. Papadopoulou E. M., Manthou V., Vlachopoulou M. 4PL network partnerships: the pre-selection phase. *International Journal of Logistics*. 2013;16(3):175–192. DOI: <https://doi.org/10.1080/13675567.2013.809708>.
156. Qian X., Chan F. T.S., MingqiangYin, Qingyu Zhang et. al. A two-stage stochastic winner determination model integrating a hybrid mitigation strategy for transportation service procurement auctions. *Computers & Industrial Engineering*. 2020;149:106703. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106703>.
157. Qian X., Fang S.-C., Yin M., et. al. Selecting green third party logistics providers for a loss-averse fourth party logistics provider in a multiattribute reverse auction. *Information Sciences*. 2021;548:357–377. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.09.011>.
158. Randall W. S., Hawkins T. G., Haynie J. J., Nowicki D. R. et. al. Performance-Based Logistics and Interfirm Team Processes: An Empirical Investigation. *Journal of Business Logistics*. 2015;36(2):212–230. DOI: <https://doi.org/10.1111/jbl.12084>.
159. Sahin E., Başaran N., Aktan C. Relation of 3PL and 4PL activities and their effect on emerging economies. *International Journal of Management Economics and Business*. 2016;12:262–269. DOI: <https://doi.org/10.17130/ijmeb.2016icafr22440>.
160. Schramm H.-J., Czaja C. N., Dittrich M., Mentschel M. Current Advancements of and Future Developments for Fourth Party Logistics in a Digital Future. *Logistics*. 2019;3(1):7. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics3010007>.
161. Schramm H.-J., Czaja C. N., Dittrich M., Mentschel M. Current Advancements of and Future Developments for Fourth Party Logistics in a Digital Future. *Logistics*. 2019;3(1):7. <https://doi.org/10.3390/logistics3010007>.

162. Verhoeven P., Sinn F., Herden T. T. Examples from Blockchain Implementations in Logistics and Supply Chain Management: Exploring the Mindful Use of a New Technology. *Logistics*. 2018;2(3):20. <https://doi.org/10.3390/logistics2030020>.

163. Vivaldini M. 3PL, 4PL and insourcing logistics. *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*. 2015;10:21-38. <https://doi.org/10.15675/gepros.v10i4.1237>.

164. Xiaohu Qian; Min Huang; Mingqiang Yin; Qingyu Zhang; Yangyang Yu A Multiattribute Decision Approach for 4PL Supply Base Design // Chinese Control And Decision Conference (CCDC). 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/CCDC.2019.8832611>.

165. Yang H., Zuo Y. H., Li Y. R. IoT-Based 4PL: Prospects and Business Models. *AMM*. 2013;273:65–9. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.273.65>.

166. Zemzam A., Maataoui E. M., Hlyal M. et. al. Inventory management of supply chain with robust control theory: literature review. *Int. J. Logistics Systems and Management*. 2017;27(4);438–465. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2017.10005787>.

167. Zinn W., Goldsby T.J. (2014). Logistics Professional Identity: Strengthening the Discipline as Galaxies Collide. *Journal of Business Logistics*. 35, pp. 23-28.

**Основные положения диссертационной работы изложены в  
следующих опубликованных работах**

***В перечне, рекомендованном ВАК Минобрнауки России:***

168. **Кудайберген К.Ж.** Модели определения справедливой цены в системах управления цепочками поставок крупных промышленных холдингах // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2021.- №5.- С.154-163. DOI: 10.24412/2071-6168-2021-5-154-163;

169. **Кудайберген К.Ж.** Инновационные методы и модели планирования и управления целевыми схемами поставок в промышленных холдингах // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. - 2021. - №3.— С. 53-66. DOI: 10.21685/2072-3059-2021-3-6;

170. **Кудайберген К.Ж.** Разработка многоуровневой логистической модели совершенствования системы управления транспортными операциями // Известия

Тулского государственного университета. Технические науки. - 2022.- №3.- С.201-209. DOI: 10.24412/2071-6168-2022-3-201-209.

***В перечне изданий, индексируемых в международной цитатно-аналитической базе Scopus:***

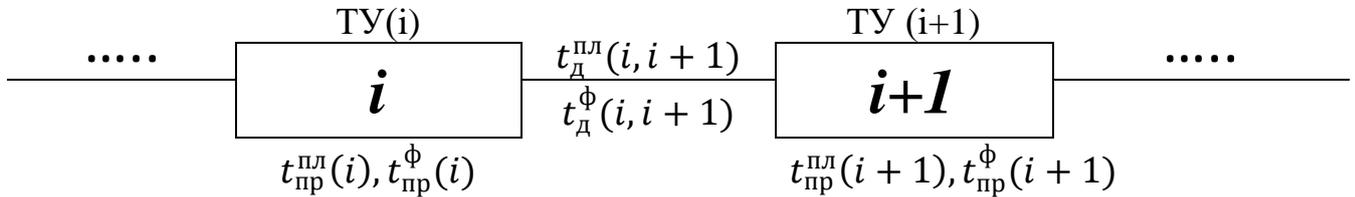
171. **Кудайберген К.Ж.** Методы и модели создания рыночного 4PL-оператора на базе логистического подразделения крупного промышленного холдинга. Горные науки и технологии. 2021;6(2):90-104.<https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-2-90-104>.

## Приложение А

(обязательное)

### Условные обозначения сценарной модели справедливой цены в транспортных узлах системы управления цепочками поставок

#### Структурный элемент цепочки поставок



Параметр модели	Краткая характеристика
N	Количество транспортных узлов в цепочке поставок.
{I}	Исходное множество транспортных узлов в цепочке поставок $\{I\} = \{1, 2, \dots, i, i+1, \dots, N\}$ .
ТУ (i)	Транспортный узел (i) $\forall i \in \{I\}$ в цепочке поставок.
ТУ (i+1)	Транспортный узел (i+1) $\forall (i+1) \in \{I\}$ в цепочке поставок.
$t_{д}^{пл}(i, i+1)$	Плановое время доставки груза из транспортного узла (i) $\forall i \in \{I\}$ в транспортный узел (i+1) $\forall (i+1) \in \{I\}$ .
$t_{д}^{ф}(i, i+1)$	Фактическое время доставки груза из транспортного узла (i) $\forall i \in \{I\}$ в транспортный узел (i+1) $\forall (i+1) \in \{I\}$ .
$t_{пр}^{пл}(i)$	Плановое время осуществления погрузочно-разгрузочных работ в транспортном узле (i) $\forall i \in \{I\}$ .
$t_{пр}^{ф}(i)$	Фактическое время осуществления погрузочно-разгрузочных работ в транспортном узле (i) $\forall i \in \{I\}$ .
$t_{пр}^{пл}(i+1)$	Плановое время осуществления погрузочно-разгрузочных работ в транспортном узле (i+1) $\forall (i+1) \in \{I\}$ .
$t_{пр}^{ф}(i+1)$	Фактическое время осуществления погрузочно-разгрузочных работ в транспортном узле (i+1) $\forall (i+1) \in \{I\}$ .
$T_{цп}^{пл}(N)$	Суммарное плановое время осуществления всей цепочки поставок для N транспортных узлов $T_{цп}^{пл}(N) = \left( \sum_{i=1}^{i=N} t_{пр}^{пл}(i) + \sum_{i=1}^{i=(N-1)} t_{д}^{пл}(i, i+1) \right) \forall i = \overline{1, N}.$
$T_{цп}^{ф}(N)$	Суммарное фактическое время осуществления всей цепочки поставок для N транспортных узлов $T_{цп}^{ф}(N) = \left( \sum_{i=1}^{i=N} t_{пр}^{ф}(i) + \sum_{i=1}^{i=(N-1)} t_{д}^{ф}(i, i+1) \right) \forall i = \overline{1, N}.$

	Суммарное время отклонения по всей цепочке поставок для $N$ транспортных узлов $\Delta T_{\text{цп}}(N) = T_{\text{цп}}^{\text{пл}}(N) - T_{\text{цп}}^{\phi}(N).$
$\Delta T_{\text{цп}}(N)$	<p>Время начала поставки</p> <p><math>t=0</math> <math>t=1</math> <math>t=2</math></p> <p><math>T_{\text{цп}}^{\phi 1}(N)</math> <math>T_{\text{цп}}^{\text{пл}}(N)</math> <math>T_{\text{цп}}^{\phi 2}(N)</math></p> <p><math>\Delta T_{\text{цп}}(N) &gt; 0</math> <math>\Delta T_{\text{цп}}(N) &lt; 0</math></p> $\Delta T_{\text{цп}}(N) = \begin{cases} > 0, \text{ поставка "раньше", } \{T_{\text{цп}}^{\phi 1}(N) \mid T_{\text{цп}}^{\phi 1}(N) < T_{\text{цп}}^{\text{пл}}(N)\}, \\ = 0, \text{ поставка "точно в срок", } \{T_{\text{цп}}^{\phi}(N) \mid T_{\text{цп}}^{\phi}(N) = T_{\text{цп}}^{\text{пл}}(N)\}, \\ < 0, \text{ поставка "позже" } \{T_{\text{цп}}^{\phi 2}(N) \mid T_{\text{цп}}^{\phi 2}(N) > T_{\text{цп}}^{\text{пл}}(N)\}. \end{cases}$
$t_{\text{пл}}(i)$	Плановое время получения груза в узле $(i) \forall i \in \{I\}$ .
$t_{\text{пл}}(i+1)$	Плановое время получения груза в узле $(i+1) \forall (i+1) \in \{I\}$ . $t_{\text{пл}}(i+1) = t_{\text{пл}}(i) + t_{\text{пр}}^{\text{пл}}(i) + t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i+1).$
$t_{\text{фп}}(i)$	Фактическое время получения груза в узле $(i) \forall i \in \{I\}$ .
$t_{\text{фп}}(i+1)$	Фактическое время получения груза в узле $(i+1) \forall (i+1) \in \{I\}$ . $t_{\text{фп}}(i+1) = t_{\text{фп}}(i) + t_{\text{пр}}^{\phi}(i) + t_{\text{д}}^{\phi}(i, i+1).$
$t_{\text{по}}(i)$	Плановое время отгрузки груза в узле $(i) \forall i \in \{I\}$ . $t_{\text{по}}(i) = t_{\text{пл}}(i) + t_{\text{пр}}^{\text{пл}}(i).$
$t_{\text{пл}}(i+1)$	Плановое время отгрузки груза в узле $(i+1) \forall (i+1) \in \{I\}$ . $t_{\text{по}}(i+1) = t_{\text{пл}}(i+1) + t_{\text{пр}}^{\text{пл}}(i+1).$
$t_{\text{фо}}(i)$	Фактическое время отгрузки груза в узле $(i) \forall i \in \{I\}$ . $t_{\text{фо}}(i) = t_{\text{фп}}(i) + t_{\text{пр}}^{\phi}(i).$
$t_{\text{фо}}(i+1)$	Фактическое время отгрузки груза в узле $(i+1) \forall (i+1) \in \{I\}$ . $t_{\text{фо}}(i+1) = t_{\text{фп}}(i+1) + t_{\text{пр}}^{\phi}(i+1).$
	Отклонение факта получения груза в узле $(i) \forall i \in \{I\}$ . $\Delta t_{\text{п}}(i) = t_{\text{фп}}(i) - t_{\text{пл}}(i).$
$\Delta t_{\text{п}}(i)$	<p>Время начала поставки</p> <p><math>t=0</math> <math>t=1</math> <math>t=2</math></p> <p><math>t_{\text{пл}}^1(i)</math> <math>t_{\text{фп}}(i)</math> <math>t_{\text{пл}}^2(i)</math></p> <p><math>\Delta t_{\text{п}}(i) &gt; 0</math> <math>\Delta t_{\text{п}}(i) &lt; 0</math></p> $\Delta t_{\text{п}}(i) = \begin{cases} > 0, \text{ получение "позже", } \{\Delta t_{\text{п}}(i) \mid t_{\text{пл}}^1(i) < t_{\text{фп}}(i)\}, \\ = 0, \text{ получение "точно в срок", } \{\Delta t_{\text{п}}(i) \mid t_{\text{пл}}^1(i) = t_{\text{фп}}(i)\}, \\ < 0, \text{ получение "раньше", } \{\Delta t_{\text{п}}(i) \mid t_{\text{пл}}^1(i) > t_{\text{фп}}(i)\}. \end{cases}$
$\Delta t_{\text{п}}(i+1)$	Отклонение факта получения груза в узле $(i+1) \forall (i+1) \in \{I\}$ . $\Delta t_{\text{п}}(i+1) = t_{\text{фп}}(i+1) - t_{\text{пл}}(i+1).$

	<p>Время начала поставки</p> <p> <math>\Delta t_{п(i+1)} = \begin{cases} &gt; 0, \text{ получение "позже", } \{ \Delta t_{пн(i+1)} \mid t_{пн^1(i+1)} &lt; t_{фп(i+1)} \}, \\ = 0, \text{ получение "точно в срок", } \{ \Delta t_{пн(i+1)} \mid t_{пн^1(i+1)} = t_{фп(i+1)} \}, \\ &lt; 0, \text{ получение "раньше", } \{ \Delta t_{пн(i+1)} \mid t_{пн^1(i+1)} &gt; t_{фп(i+1)} \}. \end{cases}</math> </p>
<p><math>\Delta t_o(i)</math></p>	<p>Отклонение факта отгрузки груза в узле (i) <math>\forall i \in \{I\}</math>.</p> <p><math>\Delta t_o(i) = t_{но(i)} - t_{фо(i)}</math>.</p> <p>Время начала поставки</p> <p> <math>\Delta t_o(i) = \begin{cases} &gt; 0, \text{ отгрузка "раньше", } \{ \Delta t_{пн(i)} \mid t_{пн^1(i)} &lt; t_{фп(i)} \}, \\ = 0, \text{ отгрузка "точно в срок", } \{ \Delta t_{пн(i)} \mid t_{пн^1(i)} = t_{фп(i)} \}, \\ &lt; 0, \text{ отгрузка "позже", } \{ \Delta t_{пн(i)} \mid t_{пн^1(i)} &gt; t_{фп(i)} \}. \end{cases}</math> </p>
<p><math>\Delta t_o(i+1)</math></p>	<p>Отклонение факта отгрузки груза в узле (i+1) <math>\forall (i+1) \in \{I\}</math>.</p> <p><math>\Delta t_o(i+1) = t_{но(i+1)} - t_{фо(i+1)}</math>.</p> <p>Время начала поставки</p> <p> <math>t_o(i+1) = \begin{cases} &gt; 0, \text{ отгрузка "раньше", } \{ \Delta t_{пн(i+1)} \mid t_{пн^1(i+1)} &lt; t_{фп(i+1)} \}, \\ = 0, \text{ отгрузка "точно в срок", } \{ \Delta t_{пн(i+1)} \mid t_{пн^1(i+1)} = t_{фп(i+1)} \}, \\ &lt; 0, \text{ отгрузка "позже", } \{ \Delta t_{пн(i+1)} \mid t_{пн^1(i+1)} &gt; t_{фп(i+1)} \}. \end{cases}</math> </p>
<p><b>Моделирование сценариев цепочки поставки на ТУ (i) и ТУ (i+1)</b></p>	
<p>Для некоторых ТУ возможно допустить, что <math>t_{пр}^{пл}(i) \cong t_{пр}^{\phi}(i) \wedge t_{пр}^{пл}(i+1) \cong t_{пр}^{\phi}(i+1)</math> пренебрежимо малы, относительно <math>t_{д}^{пл}(i, i+1)</math>. Следовательно, <math>t_{пр}^{пл}(i) \cong t_{пр}^{\phi}(i) \cong 0 \wedge t_{пр}^{пл}(i+1) \cong t_{пр}^{\phi}(i+1) \cong 0</math>, тогда получим, что <math>t_{фо(i)} = t_{фп(i)} + t_{пр}^{\phi}(i) \Leftrightarrow t_{фо(i)} \cong t_{фп(i)} \wedge t_{фо(i+1)} = t_{фп(i+1)} + t_{пр}^{\phi}(i+1) \Leftrightarrow t_{фо(i+1)} \cong t_{фп(i+1)}</math>.</p>	
<p><math>\Delta t_{п(i)} &gt; 0 \wedge \Delta t_o(i+1) &gt; 0</math></p>	<p><i>Сценарий 1. «позже»-«раньше».</i> Груз в ТУ(i) получен позже, а в ТУ(i+1) доставлен раньше запланированного времени. Тогда функция бонуса <math>B(i)</math> для перевозчика (i) и функция штрафа <math>F(i-1)</math> для перевозчика (i-1) будут равны следующему соотношению</p>

	$V(i) = F(i-1) = (t_{\text{фн}}(i) - t_{\text{мн}}(i)) * b$ , где коэффициент $b$ , (руб./t) определяет величину штрафа/бонуса за единицу времени (час, день и тп., в зависимости от условий договора с перевозчиком).
$\Delta t_{\text{н}}(i) > 0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) = 0$	<i>Сценарий 2. «позже»-«точно в срок».</i> Груз в ТУ(i) получен позже запланированного времени, а в ТУ(i+1) доставлен точно в срок. Тогда функция бонуса $V(i)$ для перевозчика (i) и функция штрафа $F(i-1)$ для перевозчика (i-1) будут равны следующему соотношению $V(i) = F(i-1) = (t_{\text{фн}}(i) - t_{\text{мн}}(i)) * b$ , где коэффициент $b$ , (руб./t) определяет величину штрафа/бонуса за единицу времени (час, день и тп., в зависимости от условий договора с перевозчиком).
$\Delta t_{\text{н}}(i) > 0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) < 0$	<i>Сценарий 3. «позже»-«позже».</i> Груз в ТУ(i) получен позже и в ТУ(i+1) доставлен позже запланированного времени. Тогда функция бонуса $V(i)$ и функция штрафа $F(i)$ для перевозчика (i) и функция штрафа $F(i-1)$ для перевозчика (i-1) будут равны следующим соотношениям $\supset t_{\text{фн}}(i+1) - t_{\text{фн}}(i) > t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i+1) \Rightarrow F(i) = (t_{\text{фн}}(i+1) - t_{\text{фн}}(i) - t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i+1)) * b \wedge F(i-1) = (t_{\text{фн}}(i) - t_{\text{мн}}(i)) * b.$ $\supset t_{\text{фн}}(i+1) - t_{\text{фн}}(i) = t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i+1) \Rightarrow \wedge F(i-1) = (t_{\text{фн}}(i) - t_{\text{мн}}(i)) * b.$ $\supset t_{\text{фн}}(i+1) - t_{\text{фн}}(i) < t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i+1) \Rightarrow V(i) = (t_{\text{фн}}(i+1) - t_{\text{фн}}(i) - t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i+1)) * b \wedge F(i-1) = (t_{\text{фн}}(i) - t_{\text{мн}}(i)) * b.$
$\Delta t_{\text{н}}(i) = 0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) > 0$	<i>Сценарий 4. «точно в срок»-«раньше».</i> Груз в ТУ(i) получен точно в срок и в ТУ(i+1) доставлен раньше запланированного времени. В этом случае функция бонуса $V(i)$ , функция штрафа $F(i)$ для перевозчика (i) и функция штрафа $F(i-1)$ для перевозчика (i-1) будут равны нулю, т.е. $V(i) = F(i) = F(i-1) = 0$
$\Delta t_{\text{н}}(i) = 0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) = 0$	<i>Сценарий 5. «точно в срок»-«точно в срок».</i> Груз в ТУ(i) и в ТУ(i+1) доставлен точно в срок. В этом случае функция бонуса $V(i)$ , функция штрафа $F(i)$ для перевозчика (i) и функция штрафа $F(i-1)$ для перевозчика (i-1) будут равны нулю, т.е. $V(i) = F(i) = F(i-1) = 0$
$\Delta t_{\text{н}}(i) = 0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) < 0$	<i>Сценарий 6. «точно в срок»-«позже».</i> Груз в ТУ(i) получен точно в срок и в ТУ(i+1) доставлен позже запланированного времени. В этом случае функция штрафа $F(i)$ для перевозчика (i) будет равна следующему соотношению $F(i) = (t_{\text{фн}}(i+1) - t_{\text{мн}}(i+1)) * b.$
$\Delta t_{\text{н}}(i) < 0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) > 0$	<i>Сценарий 7. «раньше»-«раньше».</i> Груз в ТУ(i) и ТУ(i+1) доставлен раньше запланированного времени. В этом случае функции бонуса $V(i)$ и штрафа $F(i)$ для перевозчика (i) и функции бонуса $V(i-1)$ и штрафа $F(i-1)$ для перевозчика (i-1) будут равны нулю, т.е. $V(i) = F(i) = V(i-1) = F(i-1) = 0.$
$\Delta t_{\text{н}}(i) < 0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) = 0$	<i>Сценарий 8. «раньше»-«точно в срок».</i> Груз в ТУ(i) получен раньше, а в ТУ(i+1) доставлен точно в срок. В этом случае функции бонуса $V(i)$ и штрафа $F(i)$ для перевозчика (i) и функции бонуса $V(i-$

	1) и штрафа $F(i-1)$ для перевозчика $(i-1)$ будут равны нулю, т.е. $B(i) = F(i) = B(i-1) = F(i-1) = 0$ .
$\Delta t_{\text{п}}(i) < 0 \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) < 0$	Сценарий 9. «раньше»-«позже». Груз в ТУ( $i$ ) получен раньше, а в ТУ( $i+1$ ) доставлен позже запланированного времени. В этом случае функции бонуса $B(i-1)$ будет равна нулю, а функция штрафа $F(i)$ для перевозчика ( $i$ ) равна следующему соотношению $F(i) = (t_{\text{фп}}(i+1) - t_{\text{пп}}(i+1)) * b$ .
<p>Для всех сценариев реализации цепочки поставок функция бонуса <math>B(i)</math> начисляется только в том случае, если оператор (<math>i</math>) уменьшает величину разрыва между отставанием в графике поставки и плановым заданием.</p> $B(i) = \begin{cases} 0, & t_{\text{д}}^{\text{ф}}(i, i+1) > t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i+1) \vee t_{\text{фп}}(i+1) > t_{\text{пп}}(i+1), \\ > 0, & t_{\text{д}}^{\text{ф}}(i, i+1) < t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i+1) \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) = 0, \\ > 0, & t_{\text{д}}^{\text{ф}}(i, i+1) < t_{\text{д}}^{\text{пл}}(i, i+1) \wedge \Delta t_{\text{o}}(i+1) > 0. \end{cases}$	

## Приложение Б

(обязательное)

«ҚАЗАТӨМӨНЕРКӨСІП» ҰҚТТЫҚ АТОМ  
КОМПАНИЯСЫ» АҚ  
«САУДА-КӨЛІК КОМПАНИЯСЫ»  
ЖАУАПКЕРШІЛІГІ  
ШЕКТЕУЛІ СЕРІКТЕСТІГІ



АО «НАЦИОНАЛЬНАЯ АТОМНАЯ КОМПАНИЯ  
«КАЗАТОМПРОМ»  
ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«ТОРГОВО-ТРАНСПОРТНАЯ КОМПАНИЯ»

Нақты мекен-жайы: 010000, Қазақстан Республикасы,  
Нұр-Сұлтан қаласы, "Есіл" ауданы, Сығанақ көшесі,  
17/12-үй Тел.: +7 /7172/ 459800, 459822  
email: [info@ttk.kazatomprom.kz](mailto:info@ttk.kazatomprom.kz)



Фактический адрес: 010000 Республика Казахстан,  
город Нур-Султан, район "Есіл", ул. Сығанақ, дом  
17/12

Тел.: +7 /7172/ 459800, 459822

email: [info@ttk.kazatomprom.kz](mailto:info@ttk.kazatomprom.kz)

Юридический адрес: 161003 Республика Казахстан,  
Түркістанская область, Сузакский район, село Таукинт.

03.11.2021 № 3449/15

### А К Т

**об использовании результатов научных исследований Кудайбергенов Каната Жакыпулы в диссертационной работе на тему «Разработка механизма ситуационного управления цепочками поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга» по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность), представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Основные положения, разработанные Кудайбергеном К.Ж. в диссертационной работе, легли в основу построения модели управления целевыми схемами цепочки поставок в транспортно-логистических системах промышленных холдингов. Использование технологий индустрии 4.0, позволило осуществить фиксацию комплекса основных параметров коммуникативных связей в группе логистических операторов (сроки, состав, стоимость), информационно-логическое управление системными отклонениями, а также реализовать процедуру поиска оптимального баланса логистических затрат.

Новизна разработанной модели заключается в получении синергетического эффекта от совместного использования технологий индустрии 4.0 при моделировании цепочки поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга:

- использование механизма ситуационного моделирования на стадиях планирования и оптимизации временных и стоимостных показателей основных операторов на основе выявленных отклонений в системах управления цепочками поставок по критериям «total cost»;



- использование механизма «IoT 4.0» на стадии оперативного контроля поставок для получения в автоматическом режиме данных о текущем состоянии поставки и выявлении величины, причин и ответственных за возможные сбои и отклонения относительно плановых заданий;

- использование технологии «блокчейн» для обеспечения корректности ретроспективных данных и фиксации исполнения запланированных обязательств участниками цепочки поставок в рамках сформированных смарт-контрактов.

Практическое использование выявленных в ходе моделирования взаимосвязей комплекса стоимостных показателей поставки, надежности ее исполнения и уровня рыночных цен на перевозку груза позволили разработать логико-временную схему варьирования показателей отклонений и осуществить процедуру ситуационного моделирования цепочки поставок, обеспечивающую в режиме реального времени воспроизведение закономерностей изменения пространственно-временных и стоимостных параметров в системе межузловых переходов целевых схем поставок.

Разработанная в диссертации Кудайбергенов К.Ж. модель управления целевыми схемами цепочки поставок в транспортно-логистической системе промышленных холдингов принята к использованию в ТОО «Торгово-транспортная компания» при расчете временных и стоимостных показателей основных операторов в системе управления цепочками поставок, выявлении причин и ответственных за возможные сбои и отклонения относительно плановых заданий, а также фиксации исполнения запланированных обязательств участниками цепочки поставок в рамках сформированных смарт-контрактов.

**Заместитель Генерального директора  
по производству**



**Э. Мухиденов**

## Приложение В

(обязательное)

АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ	 <b>SAMRUK ENERGY</b>	АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"САМУРҰҚ-ЭНЕРҒО" АҚ	АО "САМУРҰҚ-ЭНЕРҒО"	"SAMRUK-ENERGY" JSC
Қазақстан Республикасы, 010000, Нұр-Сұлтан қ., Қабанбай батыр даңғылы, 15 А, Б-б/б/б/б Вебсайт: www.samruk-energy.kz Факс: 8 (7172) 55 31 00	Республика Казахстан, 010000, г. Нур-Султан, пр. Кabanбай батыра, 15 А, блок Б Вебсайт: www.samruk-energy.kz Факс: 8 (7172) 55 31 00	15 A, Kabanbai batyr ave. Block B, 010000, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan Website: www.samruk-energy.kz Fax: +7 (7172) 55 31 00
14.10.2021 № 5944 - 17/2		

**А К Т**

об использовании результатов научных исследований Кудайбергенов Каната Жакыпулы в диссертационной работе на тему «**Разработка механизма ситуационного управления цепочками поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга**» по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность), представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Основные положения, разработанные Кудайбергеном К.Ж. в диссертационной работе легли в основу построения модели управления целевыми схемами цепочки поставок в транспортно-логистических системах промышленных холдингов. Использование технологий индустрии 4.0, позволило осуществить фиксацию комплекса основных параметров коммуникативных связей в группе логистических операторов (сроки, состав, стоимость), информационно-логическое управление системными отклонениями, а также реализовать процедуру поиска оптимального баланса логистических затрат.

Новизна разработанной модели заключается в получении синергетического эффекта от совместного использования технологий индустрии 4.0 при моделировании цепочки поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга:

- использование механизма ситуационного моделирования на стадиях планирования и оптимизации временных и стоимостных показателей основных



операторов на основе выявленных отклонений в системах управления цепочками поставок по критериям «total cost»;

- использование механизма «IoT 4.0» на стадии оперативного контроля поставок для получения в автоматическом режиме данных о текущем состоянии поставки и выявлении величины, причин и ответственных за возможные сбои и отклонения относительно плановых заданий;

- использование технологии «блокчейн» для обеспечения корректности ретроспективных данных и фиксации исполнения запланированных обязательств участниками цепочки поставок в рамках сформированных смарт-контрактов.

Практическое использование выявленных в ходе моделирования взаимосвязей комплекса стоимостных показателей поставки, надежности ее исполнения и уровня рыночных цен на перевозку груза позволили разработать логико-временную схему варьирования показателей отклонений и осуществить процедуру ситуационного моделирования цепочки поставок, обеспечивающую в режиме реального времени воспроизведение закономерностей изменения пространственно-временных и стоимостных параметров в системе межузловых переходов целевых схем поставок.

Разработанная в диссертации Кудайбергена К.Ж. модель управления целевыми схемами цепочки поставок в транспортно-логистической системе промышленных холдингов принята к использованию в АО «Самрук-Энерго» при расчете временных и стоимостных показателей основных операторов в системе управления цепочками поставок, выявлении причин и ответственных за возможные сбои и отклонения относительно плановых заданий, а также фиксации исполнения запланированных обязательств участниками цепочки поставок в рамках сформированных смарт-контрактов.

Председатель Правления



С. Есимханов