

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 2 |
| ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ..... | 4 |
| 1.1. Общая информация об АО «РТ-Логистика» на рынке логистических услуг..... | 4 |
| 1.2. Анализ финансово-экономического положения АО «РТ-Логистика» | 14 |
| 1.3. Анализ логистической деятельности АО «РТ-Логистика»..... | 19 |
| 1.4. Поиск и анализ проблемных бизнес-процессов в компании | 30 |
| ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ПЛАНИРОВАНИЯ В ЛОГИСТИКЕ..... | 33 |
| 2.1. Обзор основных подходов к планированию логистической деятельности в транспортных компаниях | 33 |
| 2.2. Обзор основных подходов и методов к прогнозированию в бизнесе | 36 |
| 2.3. Выбор подходящего способа прогнозирования логистической деятельности в транспортных компаниях | 53 |
| 2.4. Комбинирование нескольких моделей прогнозирования для повышения точности планирования логистической деятельности транспортной компании..... | 56 |
| 2.5. Процедура разработки системы планирования потребности в транспортной инфраструктуре в АО «РТ-Логистика»..... | 59 |
| ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ | 61 |
| 3.1. Предложения по распределению обязанностей сотрудников отделов и информационному обмену в АО «РТ-Логистика» для совершенствования процесса оперативного планирования | 61 |
| 3.2. Разработка системы прогнозирования весовых характеристик продукции для транспортировки в АО «РТ-Логистика»..... | 69 |
| 3.3. Сопоставление фактической величины спроса и планируемого объёма транспортной инфраструктуры в целевом году | 82 |
| 3.4. Экономическое обоснование проведённых мероприятий на основе модели стратегической прибыли по Дюпону..... | 88 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 91 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ..... | 92 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 94 |

ВВЕДЕНИЕ

Современный мир бизнеса представляет из себя комплексную и динамичную среду, которой присущи существование огромных массивов неструктурированных данных, использование и последующая обработка которых позволяют получить доступ к возможностям в разработке планов и стратегий деятельности предприятия для разных временных отрезков, великое множество взаимозависимых и параллельно протекающих бизнес-процессов, происходящих как в пределах фокусной компании, так и вне её, особо завышенные требования со стороны потребителей и высокий уровень конкуренции на рынке, заставляющий его игроков постоянно совершенствоваться с целью выживания и удержания лидерских позиций по отношению к своим соперникам. Таким образом, чтобы заранее адаптироваться к быстроизменяющейся внешней среде предпринимательской деятельности, тем самым сделав первые шаги к получению конкурентного преимущества на рынке, многие организации прибегают к планированию. Именно оно позволяет добиваться гибкости функционирования предприятия, интегрировать протекающие в нём взаимосвязанные бизнес-процессы, более грамотно распределять ресурсы, предоставлять качественный сервис потребителям с оптимальным уровнем издержек, а также устранять риск возникновения межфункциональных и межорганизационных конфликтов. Планирование играет ключевую роль в современном бизнесе, так как оно предоставляет возможность в адаптации к текущим экономическим трендам, требующих высокую эффективность функционирования компании в условиях неопределённого будущего.

Сфера логистики и УЦП также не стали исключением из правил и тоже нуждаются в процессах планирования, которые позволяют специалистам в данных областях науки организовывать, контролировать и регулировать движение товарного потока наиболее оптимальным образом с использованием оптимального объёма ресурсов. Подтверждением этого факта являются уже изменившие привычный облик УЦП как управленческой парадигмы инновационные практики и концепции, такие как планирование продаж и операций (S&OP), совместное планирование, прогнозирование и пополнение запасов в цепях поставок (CPFR), эффективная реакция на запросы клиента (ECR) и интегрированное планирование (IP). Также одной из наиболее важных и сложных задач, ведущих к успешному функционированию цепи поставок, является обеспечение быстрой реакции на желания клиентов и на колебания

их спроса. Решение данной проблемы лежит в качественном прогнозировании потребительского спроса, которое является существенной составной частью более комплексного бизнес-процесса планирования. Таким образом, можно сделать заключение о том, что разработка эффективной системы планирования в рамках УЦП – это существенный шаг к достижению интеграции и координации логистической деятельности компании, которые впоследствии позволяют добиться оптимизации показателей функционирования всей цепи поставок.

Целью данной работы является разработка предложений по реализации системы планирования транспортной инфраструктуры для российского промышленного логистического оператора АО-«РТ-Логистика». Их внедрение позволит рассматриваемой компании получить конкурентные преимущества на рынке путём улучшения качества предоставляемого ею логистического сервиса.

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие задачи, связанные с её осуществлением:

- 1) провести анализ хозяйственной деятельности АО «РТ-Логистика», включающий анализ организационного управления, конкурентного положения, финансово-экономического положения, логистической деятельности и имеющегося ИТ-обеспечения, а также поиск проблемных бизнес-процессов;

- 2) провести анализ теоретических подходов к планированию логистической деятельности в компаниях с последующим выбором основы для будущей системы планирования в компании;

- 3) разработать систему планирования потребности в транспортной инфраструктуре с последующим обоснованием экономического эффекта от её внедрения в АО «РТ-Логистика».

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ

1.1. Общая информация об АО «РТ-Логистика» на рынке логистических услуг

Акционерное общество «РТ-Логистика» было основано в 2009 году, как специально созданная обслуживающая компания, целью которой были оптимизация процессов перевозки грузов и снижение общих транспортных расходов предприятий, входящих в структуру государственной корпорации «Ростех». Рассматриваемая фокусная организация оказывает полный комплекс транспортно-логистических услуг, связанных с перевозкой сырьевых грузов, комплектующих, а также готовой продукции предприятий, преимущественно относящихся к объединению «Ростех». На сегодняшний день АО «РТ-Логистика» обладает внушительной базой персонала, состоящей из более 170 специалистов в головном офисе компании и более 800 специалистов, работающих во всех компаниях группы. Также у неё есть статус компании-агента IATA, который предоставляет возможность работать со многими авиакомпаниями по перевозке грузов, собственный таможенный брокер ООО «РТЛ-Таможенный оператор» и филиалы в таких крупных городах России, как Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Ижевск, Тольятти и Владимир (*Рисунок 1*).

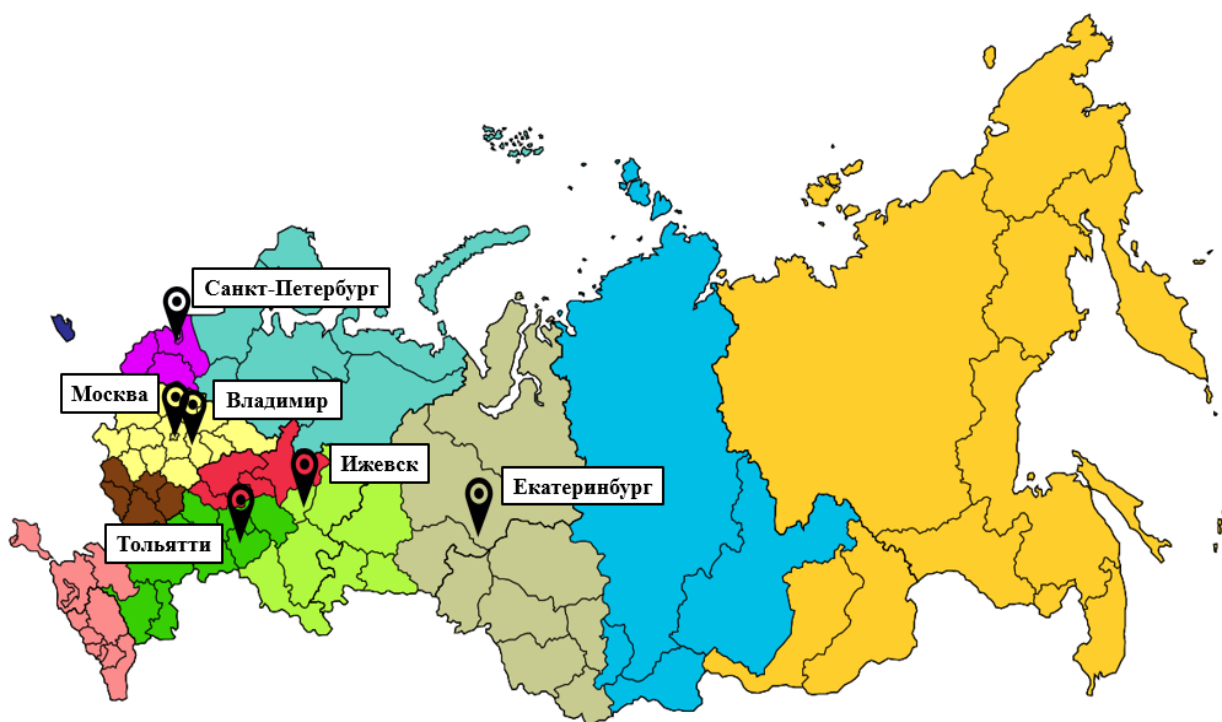


Рисунок 1. Географическое распределение головного офиса и филиалов АО "РТ-логистика"

Организационная структура управления предприятия представлена ниже (**Рисунок 2**). В компании сформирована линейно-функциональная система управления предприятием, которая является самой популярной организационной структурой среди прочих и которая имеет как ряд преимуществ, так и ряд недостатков. Можно выделить тот факт, что эта организационная структура управления наиболее проста в реализации, чем, как правило, и привлекает многих менеджеров.

Тем не менее, данная организационная структура управления позволяет достичь профессиональной специализации в ущерб межфункциональной координации. Другими словами, её использование приводит к достижению эффективности использования инфраструктурных логистических мощностей, материальных и финансовых ресурсов при выполнении отдельных функций логистики за счёт стимулирования профессиональной специализации и разграничения функциональных обязанностей персонала, но всё же порождает затруднённость движения информационного потока и межфункциональной координации в связи с чрезмерной степенью функциональной привязанности отделов, состоящих в ней. По причине того, что в АО «РТ-логистика» отсутствуют ориентация на работу над отдельными проектами, а также управление малочисленными филиалами осуществляется централизованно через головной офис, то линейно-функциональная организационная структура управления полностью оправдывает себя и является более предпочтительной по отношению к матричной и дивизиональной.

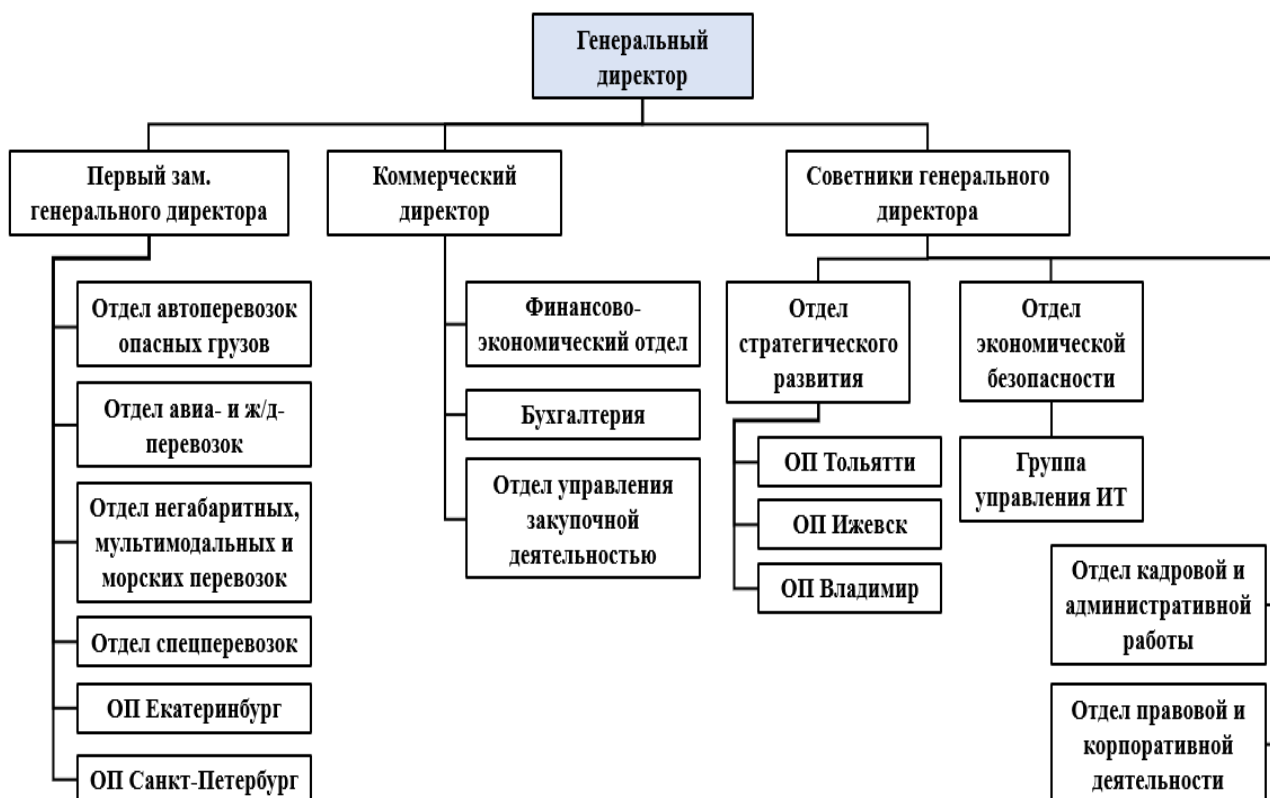


Рисунок 2. Организационная структура управления АО "РТ-Логистика"

Рассмотрим некоторые основные функции каждого элемента приведённой организационной структуры по-отдельности:

- Генеральный директор: общее руководство производственно-хозяйственной деятельностью компании, несение ответственности за результаты деятельности организации;
- Первый заместитель генерального директора: кураторство по фокусной деятельности компании – предоставлению логистического сервиса и связанной с ней бизнес-процессами, контроль выполнения поручений генерального директора по поводу операционной деятельности компании, замещение генерального директора в его отсутствии;
- Коммерческий директор: руководство закупками, продажами и маркетингом в компании;
- Советники генерального директора: взаимодействие с другими служащими по поводу поручений генерального директора и контроль их выполнения, сопровождение генерального директора на переговорах, а также замещение генерального директора в его отсутствии и отсутствии его первого заместителя;
- Отдел автоперевозок опасных грузов, отдел авиа- и ж/д-перевозок, отдел негабаритных, мультимодальных и морских перевозок, отдел спецперевозок: осуществление операционной деятельности компании – оказание логистических услуг клиентам в зависимости от их требований и параметров объектов, над которыми совершается действие;
- ОП Екатеринбург, ОП Санкт-Петербург, ОП Тольятти, ОП Ижевск, ОП Владимир: обеспечение и поддержание работы с теми промышленными единицами, которые находятся в данных географических точках, нивелирование разности в часовых поясах регионов, децентрализация деятельности компании по отношению к обслуживанию особо крупных клиентов;
- Финансово-экономический отдел: организация и ведение бюджетного, налогового и статистического учёта, составление аналитических отчётностей, планирование бюджетов. Оценка эффективности использования бюджетных средств компании. Формирование KPI для оценки результатов деятельности компании;
- Бухгалтерия: составление и передача бухгалтерской и налоговой отчётностей, предоставление необходимых финансовых документов инспектирующим органам и взаимодействие с ними, архивирование финансовых документов;

- Отдел управления закупочной деятельностью: планирование закупок, разработка плана закупок и план-графика, отбор поставщиков и оформление контрактов с ними, согласование закупочных цен;
- Отдел стратегического развития: разработка корпоративной стратегии компании, анализ конкурентной среды компании, сценарное планирование, проведение бенчмаркинга бизнес-процессов и других аспектов;
- Отдел экономической безопасности: защита имущественной и финансовой собственности компании, её сотрудников, коммерческой тайны и коммерческой деятельности организации в целом;
- Группа управления ИТ: установка и обеспечение бесперебойного функционирования рабочих мест, сетевых дисков, информационных систем и серверов компании, проведение их систематического обслуживания и учреждение программных продуктов;
- Отдел кадровой и административной работы: определение объёма потребности в персонале и его подбор совместно с руководителями подразделений компаний, определение коэффициента текучести кадров, разработка мотивационных программ, организация аттестации сотрудников, ведение их личных дел и учёта отпусков;
- Отдел правовой и кадровой деятельности: подготовка проектов нормативных и иных правовых актов, защита прав и законных интересов сотрудников компании и её контрагентов, сопровождение организации в судебных исках и предоставление консультаций по юридическим вопросам деятельности компании;

Помимо организации грузовых потоков от промышленных предприятий, АО «РТ-Логистика» также осуществляет другие виды деятельности, в том числе связанные с организацией таможенного оформления (с помощью собственного таможенного оператора), а также услуги агентирования. Компания предлагает обширный перечень услуг, включающий автомобильные перевозки отдельным транспортом, перевозки сборных грузов, железнодорожные перевозки, морские перевозки и авиаперевозки, а также оказывает полный спектр услуг по доставке крупногабаритных грузов, опасных грузов и даже грузов, относящихся к классу военных, обладающих стратегической важностью и требующих создания специальных условий для их обработки.

В рамках деятельности рассматриваемого нами предприятия качество оказываемых услуг является важнейшей ценностью для сотрудников всех звеньев и отделов. Именно поэтому миссия АО «РТ-Логистика»

формулируется следующим образом: «*Качество – наш путь к постоянному улучшению. Информирование общественности, а также реализация данной стратегии, являются нашей функцией управления*».

Более того, одной из отличительных черт компании является тот факт, что все промышленные предприятия, входящие в контур Государственной корпорации «Ростех» и нуждающиеся в услугах перевозок, обладают возможностью на заключение договора с АО «РТ-Логистика» как с единым поставщиком, что предоставляет данной фокусной компании особое стратегическое положение на рынке. Другими словами, для закупки услуг от АО «РТ-логистика» сотрудничающие организации освобождаются от необходимости в организации конкурсов на открытых или закрытых электронных торговых площадках, проведение которых, как правило, занимает большой объём временных ресурсов.

Предприятие вовлечено в предоставление услуг в организации перевозок в сферах отечественного автостроения, авиастроения и других промышленных областях экономики страны, а также в осуществлении услуг в транспортировке опасных грузов, крупногабаритных грузов и специальных грузов в рамках военной промышленности на всех средствах транспорта, кроме трубопроводного. В данной работе будут рассмотрены основные сегменты экономики страны, деятельность в которых АО «РТ-Логистика» принимает наибольшее участие.

Стоит обратить внимание на рынок логистических услуг в автомобильной промышленности, информация о состоянии которой находится преимущественно в открытом доступе и поддаётся анализу [28]. Распределение логистических операторов и их клиентов, вовлечённых в производство легковых автомобилей, может быть представлено следующей таблицей (*Таблица 1*):

Таблица 1. Основные логистические операторы в автопромышленной сфере в России

| Логистический оператор в автопромышленности | Клиенты |
|--|---|
| РТ-Логистика | АвтоВАЗ, Nissan, Renault |
| BLG Logistics | VW, BMW Group, Glovis, Porsche |
| Rolf SCS | Mercedes-Benz, Mitsubishi, Ford, Hyundai, Geely, Ssang Yong |

| | |
|------------------|--|
| Gefco Russia | PSA, GM, VW, Fiat, Volvo, Audi |
| Autologistics | Infiniti, Jaguar Land Rover, BMW, Audi, VW, Ford |
| Rail Trans Auto | АвтоВАЗ, Toyota, Mazda, VW, Glovis |
| Major Trans Auto | Mercedes-Benz, VW, Mazda, Nissan, Renault, Ssang Yong, Ford, Glovis |

Теперь же стоит отметить, что основным клиентом АО «РТ-Логистика» в сфере перевозок готовых автомобилей является концерн «AVTOVAZ-RENAULT-NISSAN». Также всю организацию перевозок тольяттинского ПАО «АвтоВАЗ» берёт на себя рассматриваемая нами логистическая компания, что может говорить о том, что АО «РТ-Логистика» обслуживает ключевых игроков рынка своего сегмента, что включает её в состав лидеров логистических операторов автостроительных концернов. Таким образом, можно выделить основных соперников для рассматриваемого в этой работе логистического оператора, и ими являются компании «Rail Trans Auto» и «Major Trans Auto», которые так же обслуживают ранее упомянутый автоконцерн «AVTOVAZ-RENAULT-NISSAN», являющимся основным потребителем услуг АО «РТ-Логистика» в сфере автомобильной промышленности. Несмотря на соперничество на высококонкурентным рынке, исследуемая компания прибегает к практикам взаимовыгодного сотрудничества с целью повышения качества сервиса и увеличения выручки, когда существуют риски срыва договора или избытка заказов, а мощностей для их удовлетворения не хватает либо у себя, либо у одного из конкурентов. Самыми частыми партнёрами при возникновении таких ситуаций являются «BLG Logistics» в связи с её развитой логистической сетью и высокими стандартами качества, а также местные логистические посредники малого и среднего бизнеса.

Концерн «AVTOVAZ-RENAULT-NISSAN» в России полностью базируется на базе автомобильного завода «АвтоВАЗ», который практически полностью обслуживается АО «РТ-Логистика». ПАО «АвтоВАЗ» является лидирующим производителем легковых автомобилей в России, производя 473579 единиц продукции и занимая примерную рыночную долю рынка в 21,1% в 2019 году до наступления пандемии. Замыкают тройку лидеров крупных игроков на рынке такие предприятия как «Хёндэ Мотор Мануфактуринг Рус» и «Автотора» занимают приблизительные рыночные доли данного сегмента рынка в 14% и 11,5% соответственно, что является значительно меньшими показателями по отношению к ПАО «АвтоВАЗ» [16].

Таким образом, по причине того, что практически все логистические услуги, предоставляемые автомобильному заводу «АвтоВАЗ», покупаются у исследуемой в данной работе логистической компании, то можно заявить, что АО «РТ-Логистика» занимает лидирующие позиции среди логистических посредников, ориентированных на организацию перевозок в автопромышленной сфере.

В связи с этим следует обратить внимание на общую экономическую ситуацию на рынке конечного потребителя в области автомобильной промышленности. Проанализируем российский рынок легковых автомобилей [17]: здесь присутствует большое множество автомобильных марок, среди которых есть клиенты АО «РТ-Логистика» (*Рисунок 3*):



Рисунок 3. Рейтинг продаж автомобилей в Российской Федерации в 2020 году

Можно заметить, что в течение 2020 года авторынок РФ продемонстрировал значительное снижение в объёмах продаж на 9,1% в связи с распространением коронавирусной инфекции и последующим режимом самоизоляции, существенно замедлившим экономический рост страны и негативно повлиявшим на благосостояние её граждан. Тем не менее, наиболее популярными автомобилями среди российских покупателей оказались отечественные модели. Было приобретено 343512 автомобилей марки

«LADA», которые составляют больше одной пятой всего рынка автопрома в России и которые производят на автостроительном предприятии ПАО «АвтоВАЗ», который обслуживается филиалом ОП Тольятти от АО «РТ-Логистика», что говорит о большом объёме услуг, предоставляемой исследуемой компанией в этой сфере экономики. Корейские бренды в виде «KIA» и «Hyundai» замыкают тройку лидеров в общем рейтинге по маркам с результатами в 201727 и 163244 автомобилей соответственно, значительно уступая лидеру рынка – «LADA». Наиболее популярными моделями оказались также автомобили марки «LADA»: Lada Granta и Lada Vesta, которые были приобретены в размере 126112 и 107281 единиц соответственно, а замыкает тройку лидеров модель «KIA Rio» корейской марки «KIA» с 88064 единицами продукции. Особое внимание стоит обратить на остальных клиентов АО «РТ-логистика», таких как Nissan и Renault, входящих в обслуживаемый предприятием концерн и занимающих четвёртое и восьмое места в общем рейтинге по брендам соответственно, что подтверждает тот факт, что потребители услуг исследуемой транспортно-экспедиторской компании прочно закрепились на российском авторынке и смогли показать хорошие результаты даже во время глобальной пандемии и экономического спада по сравнению с их конкурентами, обсуживаемыми другими логистическими операторами – соперниками АО «РТ-Логистика» в данном сегменте рынка.

Теперь следует рассмотреть ещё один сегмент рынка, представляющий собой сегмент организации перевозок опасных грузов, крупногабаритных грузов и грузов двойного назначения (товары, которые используются в мирных целях, но могут быть применены при создании оружия). Рынок в данной сфере можно охарактеризовать как закрытый, потому что для осуществления этой деятельности требуются лицензии от ФСБ, а также специализированный транспорт.

Помимо знания технологических и организационных аспектов данной сферы, необходимо отслеживать изменения в юридических положениях, оборудовать подвижной состав под перевозку опасного груза, обучать водителей в специализированных комбинатах, соблюдать требования по маркировке груза, оформлению документов и быть осведомлённым в других аспектах. Не всем предприятиям даётся право на осуществление такого рода деятельности, ведь при малейшем нарушении какой-либо части процесса компания, в лучшем случае, несет материальную ответственность в виде больших штрафов, а в худшем – становится виновником взрыва, пожара, повреждения транспортных средств, зданий, сооружений, других грузов и материальных ценностей, которые могут привести к увечью, отравлению, ожогам, облучению радиацией или смерти людей или животных. Тем не

менее, необходимо рассмотреть основных логистических операторов, имеющих право на организацию перевозки опасных грузов в этой стране [28] и оценить доли этого рынка, занимаемыми ими (*Рисунок 4*):

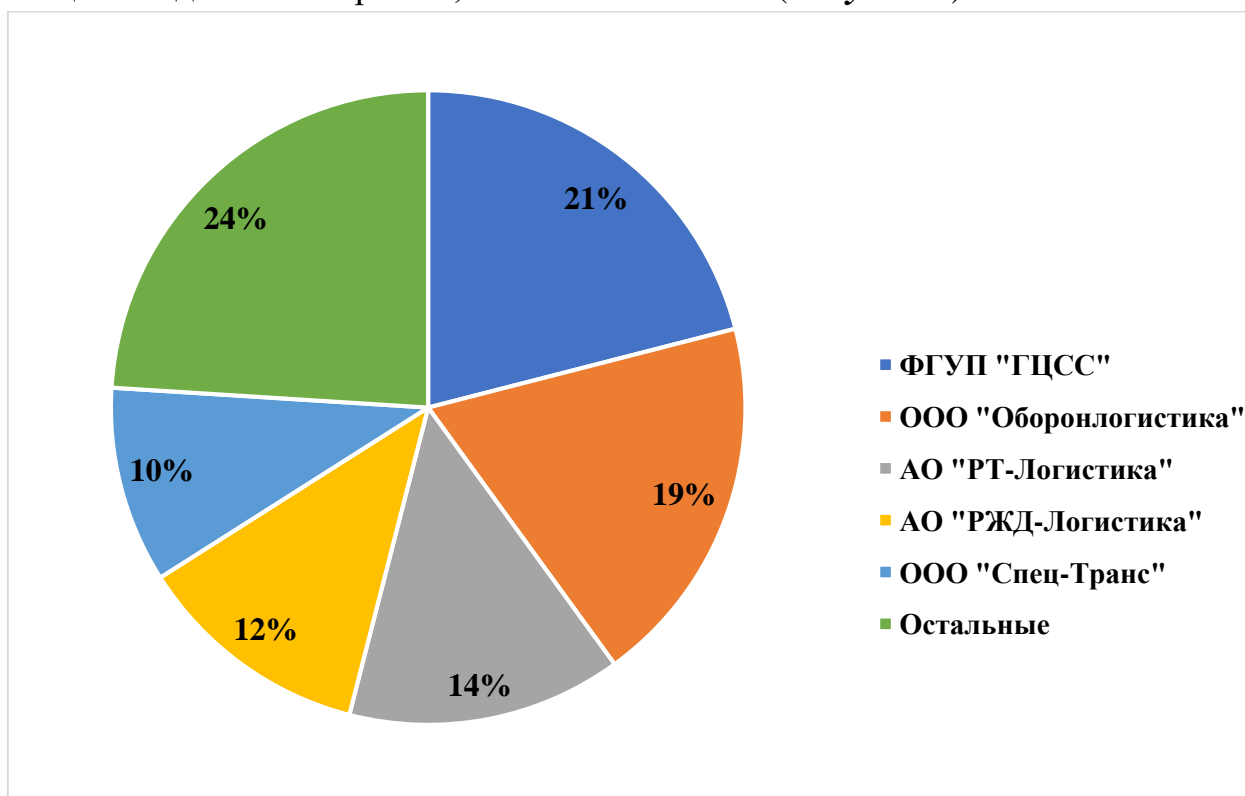


Рисунок 4. Доля рынка логистических операторов в сегменте перевозок опасных грузов

Можно заметить, что АО «РТ-Логистика» занимает неплохие позиции в данном сегменте, обладая 7-ой частью всего объёма рынка. Однако, есть более востребованные компании, которые обладают большими долями, что всё равно не ставит под сомнение тот факт, что АО «РТ-Логистика» входит в топ-3 логистических операторов в сфере организации перемещения грузов, принадлежащих классу опасных.

Таким образом, чтобы окончательно охарактеризовать положение АО «РТ-Логистика» на рынке логистических услуг в таких областях, как автомобильная промышленность и перевозка опасных грузов, следует обратиться к стандартному инструменту в управленческой практике – к SWOT-анализу. Он позволит получить широкую перспективу того, какие сильные и слабые стороны присущи компании в данный момент времени, а также какие угрозы и возможности существуют для неё на текущих рынках в данный момент времени. Данная информация предоставит возможность в определении конкурентного положения предприятия. SWOT-матрицу для логистического оператора АО-«РТ-Логистика» на рынках логистических услуг в автомобильной промышленности и в организации перевозок опасных грузов можно представить следующим образом (*Таблица 2*):

Таблица 2 .SWOT-анализ конкурентного положения АО "РТ-Логистика"

| Сильные стороны (S) | Слабые стороны (W) |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Высокие доли рынков в рынках логистических услуг в автомобильной промышленности и в организации перевозок опасных грузов; - Большая доля постоянных и крупных клиентов, входящих в контур «Ростех»; - Наличие собственного таможенного оператора, позволяющего сократить временные и финансовые издержки в международных перевозках; - Наличие статуса компании-агента IATA и возможность работать со многими авиакомпаниями по перевозке грузов; | <ul style="list-style-type: none"> - Нехватка специализированных водителей автотранспортных средств в оказании услуг перевозки опасных и крупногабаритных грузов, а также квалифицированных специалистов в сфере УЦП; - Высокая степень негативного влияния западных экономических санкций на компанию, а также на благосостояние и платёжеспособность крупных клиентов; - Высокая степень зависимости деятельности логистического оператора от требований государственных ведомств и юридических положений, введённых ими; - Малый географический охват деятельности логистического оператора, который распространяется только на высококонкурентную европейскую часть РФ; |
| Возможности (O) | Угрозы (T) |
| <ul style="list-style-type: none"> - Распространение своей деятельности в менее конкурентные восточные экономические регионы РФ, в которых присутствует большое число промышленных предприятий, путём открытия в них новых ОП; | <ul style="list-style-type: none"> - Большой экономический спад в экономике РФ в связи с последствиями пандемии COVID-19; - Присутствие на рынке логистических услуг стремительно развивающегося немецкого |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Горизонтальная интеграция с локальными логистическими операторами с целью увеличения географического охвата деятельности; - Внедрение стратегий совместного развития с другими конкурентами в смежных сегментах рынка и клиентами в них; | <ul style="list-style-type: none"> логистического оператора в автомобильной промышленности РФ «BLG Logistics»; - Наличие общих крупных клиентов с некоторыми конкурентами, такими как «Rail Trans Auto» и «Major Trans Auto» в области автомобильной промышленности; - Олигополийный характер рынка логистических услуг в сфере перевозки опасных и крупногабаритных грузов, не позволяющий свободно увеличивать долю своего присутствия в нём; |
|---|--|

1.2. Анализ финансово-экономического положения АО «РТ-Логистика»

Все финансовые отчёты организации АО «РТ-Логистика» находятся в открытом доступе, так как в связи с огромной долей участия государственных предприятий в деятельности рассматриваемой логистической компании правовые акты обязывают её публиковать свои финансовые документы для обеспечения прозрачности своей деятельности [18]. Отчёт о прибылях и убытках за 2017 - 2020 года в динамике представлен ниже (*Таблица 3*):

*Таблица 3. Отчёт о прибылях и убытках
АО "РТ-Логистика" в динамике*

| Показатели | 2017, тыс. руб. | 2018, тыс. руб. | 2019, тыс. руб. | 2020, тыс. руб. |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Выручка | 1 728 398 | 2 086 482 | 2 586 808 | 2 356 000 |
| Себестоимость реализованной продукции | 1 577 186 | 1 940 693 | 2 473 063 | 2 257 404 |

| | | | | |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Валовая прибыль (убыток) | 151 212 | 145 789 | 113 745 | 98 596 |
| Коммерческие расходы | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Управленческие расходы | 60 554 | 67 687 | 72 686 | 66 201 |
| Прибыль (убыток) от продаж | 90 658 | 78 102 | 41 059 | 32 395 |
| Прочие доходы | 18 863 | 15 059 | 58 680 | 66 444 |
| Прочие расходы | 28 752 | 61 982 | 63 968 | 58 260 |
| Чистая прибыль | 78 158 | 40 911 | 55 555 | 40 579 |

Сразу же можно заметить уменьшение выручки, полученной компанией в 2020 году, на 9% по сравнению с 2019 годом. Тем не менее, себестоимость реализованных услуг была наибольшей в отчётном году нежели чем в остальные три предыдущих года, что при учёте фактора уменьшения прибыли говорит о том, что удельные затраты на оказание логистических услуг, в целом, выросли. Таким образом, прибыль от продаж была наименьшей в 2020 году по сравнению с тремя предыдущими годами, уступая эквивалентному показателю предыдущего года примерно на 21%. Также чистая прибыль оказалась наихудшей за последние 4 года: она упала на приблизительно 37% по сравнению с предыдущим, 2019 годом, и практически в два раза в сравнении с наилучшим показателем за последние четыре года – 2017 годом. Данные наблюдения, свидетельствующие об заметном ухудшении финансовых результатов в 2020 году, говорят о пагубном влиянии распространении коронавирусной инфекции, которое стало причиной возникновения острого экономического кризиса в стране, соответствующим образом отражающегося на финансовых показателях деятельности рассматриваемой компании в отчёте о прибылях и убытках. В целом, стоит отметить, что общие потери российских транспортных компаний составили 230 млрд рублей [2] по итогам 2020 года из-за ограничений, наложенных условиями пандемии.

Также следует обратить внимание на стремительный рост прочих доходов 20 году. В первую очередь это связано с тем, что были реализованы акции дочерней компании АО «Электронный паспорт». Данное объединение

было основано в 2020 году с целью создания и реализации электронных паспортов транспортных средств для крупнейших российских автомобильных концернов, таких, как КАМАЗ и АвтоВАЗ. Было продано 50% акций Государственной корпорации «Ростех», выручка от сделки составила 18 184 тыс. руб.

При анализе финансовых показателей АО «РТ-Логистика» можно отметить зависимость выручки от объёма оказанных услуг в количественном выражении в течение одного года. Число оказанных услуг за определённый период времени является объёмным показателем, влияющим на выручку компании [28]. С помощью него можно определить, сколько, в среднем, одна обеспеченная компанией услуга приносит выручки компании. Также динамика данной зависимости продемонстрирует изменение степени доходности единицы услуги в абсолютном и относительном выражениях за равные промежутки времени (*Таблица 4, Рисунок 5, Рисунок 6*):

Таблица 4. Динамика зависимости объёма оказанных услуг и выручки АО «РТ-Логистика»

| Показатели | 2019 | 2020 |
|---|-----------|-----------|
| Объём услуг (заявки по всем видам услуг), шт. | 5203 | 4871 |
| Выручка, тыс. руб. | 2 586 808 | 2 356 000 |
| Зависимость выручки и объёма, тыс. руб./шт. | 497,18 | 483,68 |
| Абсолютное изменение, тыс. руб./шт. | - | - 13,50 |
| Относительное изменение, % | - | - 2,71% |

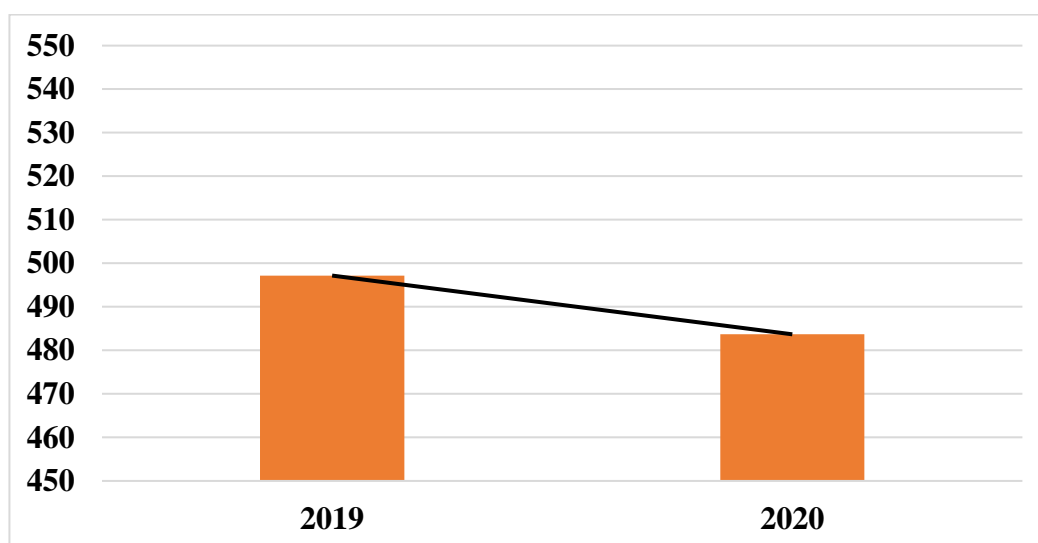


Рисунок 5. Динамика изменения зависимости выручки и объёма, тыс. руб./шт.

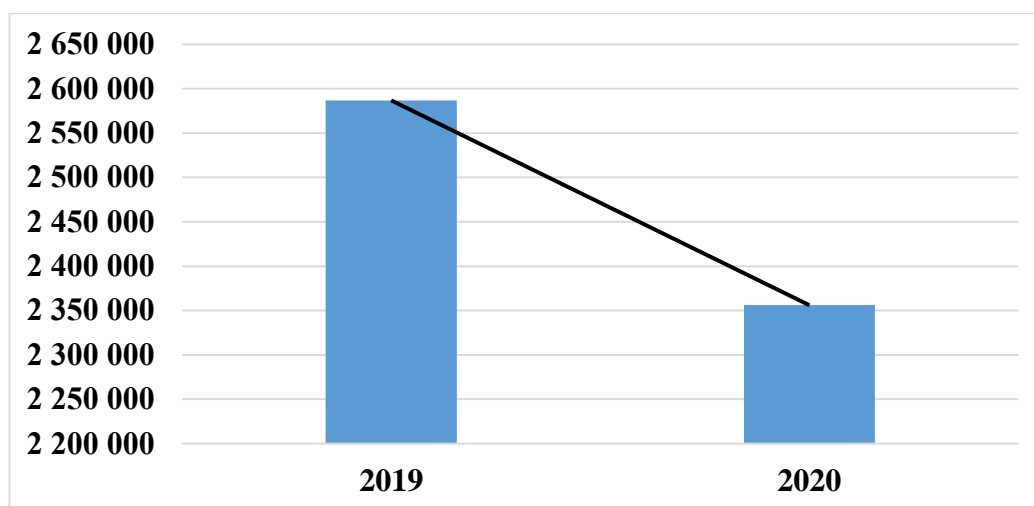


Рисунок 6. Динамика изменения выручки, тыс. руб.

Как можно увидеть: доходность одной услуги, оказываемой АО «РТ-Логистикой» упала на 13500 рублей или на 2,71 % при уменьшении общего объёма обеспечиваемых услуг с 2019 по 2020 года. Данное изменение не является значительным, но в целом, представляет собой негативную динамику для деятельности компании. Другими словами, темп роста затрат, связанных с бизнес-процессом оказания логистических услуг, опережает темп роста выручки с аналогичной деятельности, что приводит к получению меньшего размера прибыли.

Также следует обратить внимание на основную проблему, которая может быть решена с помощью прогнозирования, являющаяся упущенными продажами по причине отсутствия транспортной инфраструктуры для выполнения заказов клиентов. В информационной системе предприятия у заявок со статусом «Не выполнена» фиксируются весовые характеристики груза, который должен был быть перевезён в рамках её выполнения. С помощью сводной таблицы можно получить необходимую информацию для проведения анализа, связанного с упущенными продажами в АО «РТ-Логистика» в области автоперевозок. Например, распределение количества невыполненных заявок для ОП «Владимир» в период с 2017 по 2020 представляется следующей таблицей (**Таблица 5**):

Таблица 5. Распределение числа пропущенных заявок в период с 2017- 2020 года (ОП «Владимир»)

| Год | Число пропущенных заявок, шт. |
|------|-------------------------------|
| 2017 | 84 |
| 2018 | 120 |
| 2019 | 163 |
| 2020 | 169 |

Таким образом, исходя из приведённой таблицы можно заметить, что в интересующем нас 2020 году число невыполненных заявок было наибольшим. Тем не менее, для предоставления объективной оценки данному явлению необходимо обладать информацией о совокупном объёме получаемых компанией заявок в рассматриваемый период времени, а не только тех, что были не выполнены. Другими словами, для проведения более качественного анализа следует обратить внимание на следующую гистограмму (**Рисунок 7**):

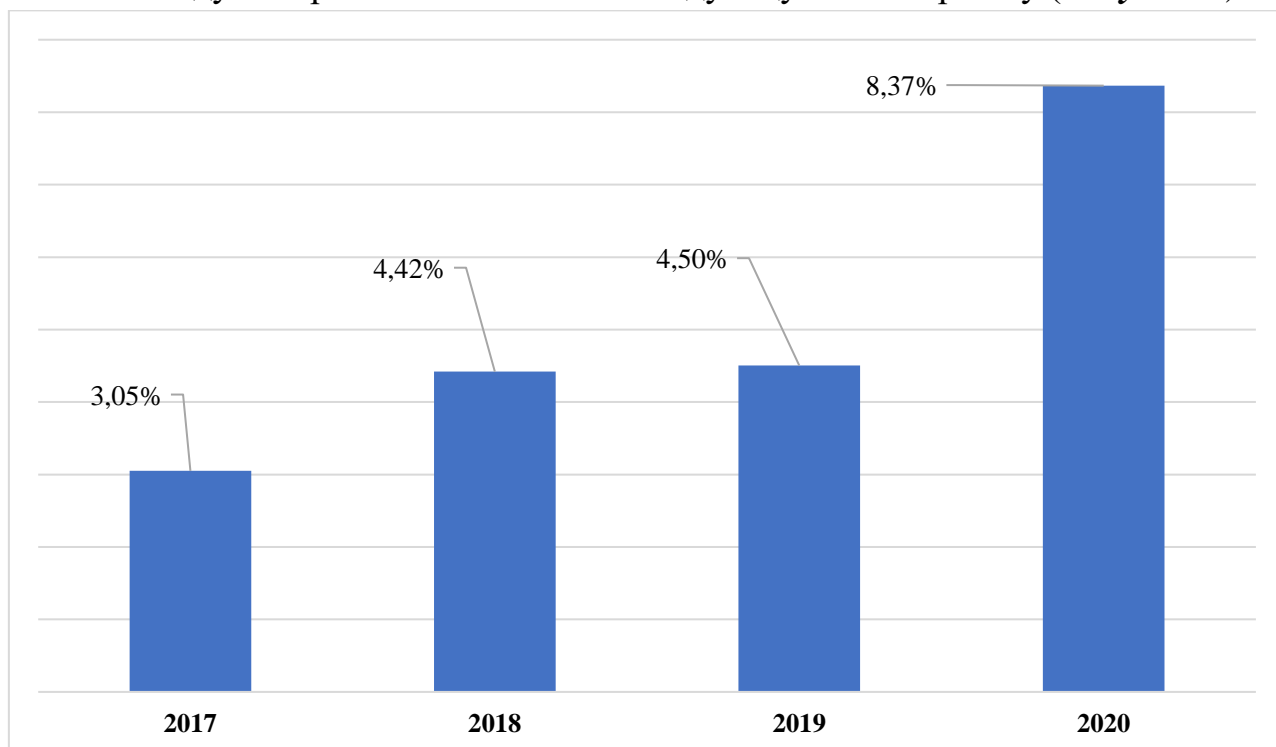


Рисунок 7. Динамика отношения пропущенных заявок к выполненным заявкам за 2017–2020 года (ОП «Владимир»)

Таким образом, исходя из приведённой выше гистограммы, можно сделать вывод о том, что доля упущенных заявок в компании возросла на протяжении всего рассматриваемого периода времени, но в 2020 году наблюдается резкий значок в величине их пропорции. Возможно, это связано с нехваткой профессиональных кадров у собственного автопарка компании, которая была упомянута в первой главе данной работы, а также с общими потерями российских транспортных компаний в размере 230 млрд рублей [2] и следовательно сокращением персонала в них из-за тяжёлого экономического положения всех транспортных предприятий, вызванного распространением коронавирусной инфекцией на протяжении большей части 2020 года. Данные обстоятельства препятствовали возможности в получении своевременного доступа к необходимому объёму транспортной инфраструктуры для обслуживания клиентов во время повышения величины потребительского спроса.

1.3. Анализ логистической деятельности АО «РТ-Логистика»

На сегодняшний день АО «РТ-Логистика» имеет собственную инфраструктуру в шести городах России, расположенных в Москве, Тольятти, Ижевске, Екатеринбурге, Санкт-Петербурге и Владимире (*Рисунок 1*). Обособленные подразделения (ОП) в Ижевске, Екатеринбурге и Санкт-Петербурге, а также головной офис в Москве созданы с целью обеспечения и поддержания работы с теми промышленными единицами, которые находятся в данных географических точках. Создание ОП было предпринято в связи с разностью в часовых поясах регионов, а также с необходимостью некоторой степени децентрализации тех элементов АО, которые обслуживают довольно крупных клиентов. Как всем уже известно: большая часть промышленных предприятий располагается в центральной части России в таких областях, как Свердловская, Челябинская, Новосибирская и в других.

Хотелось бы отметить, что обособленные подразделения в Тольятти и Владимире наиболее важны, так как обладают собственным автопарком, ремонтными гаражами и автосервисом. Это позволяет им обслуживать своих крупных клиентов намного оперативнее и с высокой степенью качества. В случае с ОП «Тольятти» — это оказание услуг в перевозке продукции от ПАО «АвтоВАЗ», одному из крупнейших автостроительных заводов в России. В связи с этим, весь парк тягачей, оборудованных полуприцепами-автовозами, базируется и обслуживается именно здесь. На данный момент парк АО «РТ-Логистика» состоит 100 единиц автовозов следующих марок: Mercedes-Benz Axor, Hyundai Xcient и Mercedes-Benz Actros. Обособленное подразделение во Владимире в основном специализируется на перевозках паллетизированных опасных грузов. Он играет роль логистического хаба, в котором базируются и обслуживаются тринадцать тягачей с полуприцепами для перевозки опасных грузов некоторых категорий. Все транспортные средства, входящие в автотранспортный парк в ОП «Владимир» состоят из тягачей марки «КАМАЗ». Здесь же наблюдается нехватка профессиональных кадров, которая выражается в недостатке специализированных водителей, которые обладают необходимой квалификацией и желанием работать с повышенной ответственностью. Данный факт неблагоприятно сказывается на логистическом сервисе, предоставляемого компанией, в связи с тем, что иногда возникает необходимость в аутсорсинге экспедиторов и транспортных средств для выполнения заказов клиента, что требует некоторых объёмов времени, трудовых ресурсов и финансов для организации и что создаёт потенциальные риски в пропуске каких-либо заявок в связи с тем, что они

могут быть заранее рассмотрены и выполнены из-за ранее указанных факторов.

Что касается прицепов и полуприцепов, используемых для перевозки обычных грузов, то можно отметить, что используются два вида полуприцепов марок «Blizzard 1» и «Blizzard 3» и один вид прицеп бренда «Arctic». Их грузоподъёмность ограничивается 20 тоннами, и каждый из них оснащён пневматической подвеской с двумя осями колёс. Что касается ОП во Владимире, то для КАМАЗов используются прицепы марки «ТОНАР-974603» с 3 осями колёс с пневматической подвеской и грузоподъёмностью в 20 т.

Тем не менее, состав автопарка компании не обновлялся с 2014 года, что влечёт за собой возникновение дополнительных операционных издержек на ремонт и обслуживание транспортных средств, а также их простои, связанные с недопустимостью их эксплуатации в связи с текущими техническими характеристиками, требующих изменения путём проведения ремонтных работ. Данный факт обладает негативным влиянием на уровень логистического сервиса, так как не позволяет компании реализовать полный потенциал собственного автопарка, использование которого при обслуживании клиентов отличается большими уровнями контроля выполнения бизнес-процесса оказания логистических услуг, а также вмешательства в его течение в связи с внезапными происшествиями, что, несомненно, вносит контрибуцию в общий показатель совершенного заказа.

В АО «РТ-логистика» доминирует логистическая стратегия, известная среди специалистов как стратегия сотрудничества. Её суть сводится к построению доверительных и партнерских отношений между потребителями и конкурирующими логистическими операторами. Данная практика поощряет развитие взаимопомощи при возникновении трудностей, которая предоставляет шанс в уменьшении размера издержек и объёма упущенных продаж в кризисных ситуациях.

Теперь перейдём к анализу информационной системы, использующейся в АО «РТ-Логистика». Во всех отделах компании эксплуатируется ERP-система российского производства под названием «1С: Предприятие 8.3». Выбор данного ИТ-решения был обусловлен приемлемой стоимостью его внедрения, полностью соответствующей балансу цены и качества, а также требованием законодательства Российской Федерации о конфиденциальности информации. Сервера, на которых хранятся данные пользователей информационной системы «1С», находятся на территории России, поэтому её использование для компаний, вовлечённых в государственную промышленность, разрешается властями страны, так как в связи с местоположением компьютерных мощностей исключается утечка

стратегически важных сведений иностранным службам. Более того, если производить оценку на основе числа автоматизируемых мест, то информационная система «1С» занимает 83% российского рынка всех ERP-систем [19], что способствует созданию единого информационного пространства между ключевыми участниками промышленности России.

Рассматриваемая информационная система является модульной, то есть она состоит из нескольких отдельных, способных к взаимной интеграции между собой ИТ-инструментов для поддержки конкретных бизнес-процессов компании. В рамках данной работы особое внимание будет уделено модулю «1С: Логистика. Управление перевозками», так как именно он поддерживает бизнес-процесс «Оказание логистической услуги» в таких транспортно-экспедиторских департаментах как отдел автоперевозок опасных грузов, отдел авиа- и ж/д-перевозок, отдел негабаритных, мультимодальных и морских перевозок и отдел спецперевозок. Принцип функционирования этого модуля информационной системы может быть представлен схемой ниже (Рисунок 8):



Рисунок 8. Схема функционирования модуля «1С: Логистика. Управление перевозками»

Данная система позволяет вести учет всей финансово-хозяйственной деятельности компании в единой информационной базе. Особенностью настройки этой информационной системы в АО «РТ-Логистика» является возможность разделения документооборота по каждому юридическому лицу.

Также полезной чертой является то, что каждому сотруднику присваивается учётная запись, которая даёт права на работу с группой определённых партнёров и клиентов. Это позволяет разграничить зоны ответственности между персоналом и позволить ему выработать профессиональную специализацию.

Тем не менее, несмотря на хорошо организованный электронный документооборот, для работы бухгалтерии также необходимы и физические версии документов, по которым выдаётся сдельная заработная плата водителей-экспедиторов и которые служат отчётами перед государственными ведомствами с подписями и печатями от головного офиса. Последнее затрудняет процесс документооборота в компании в целом в связи огромным объёмом физических бумаг, которые требуют обработки. Данные операции отнимают у сотрудников компании их рабочее время и также обладают большими вероятностями быть выполненными с ошибками в связи с человеческим фактором, что также приводит к привлечению дополнительных трудовых и временных ресурсов для исправления дисфункций. Указанная проблема отвлекает работников от их фокусной деятельности, что сказывается на логистическом сервисе, так как существует нехватка времени у и так недостающего числа специалистов для обработки заявок в полном объёме.

Структура основных бизнес-процессов, происходящих в компании, состоит из бизнес-процессов оказания логистической услуги, оказания логистической услуги (опасные грузы) и формирования отчётности. С целью получения более комплексной картины функционирования предприятия следует обратиться к практике моделирования бизнес-процессов в традиционной нотации «IDEF0». Таким образом, структура бизнес-процессов первого уровня выглядит следующим образом (*Рисунок 9*).

Первым бизнес-процессом является заключение договоров (*Рисунок 10*), благодаря которому АО «РТ-Логистика» юридически регулирует отношения со своими будущими клиентами. В рамках данных процедур проверяется экономическая благонадёжность потенциальных потребителей, с некоторыми из которых впоследствии будут заключены и утверждены договоры о партнёрстве, определяющие тарифную политику фокусной компании по отношению к ним при предложении им спектра логистических услуг.

Процесс оказания логистических услуг в АО «РТ-Логистика» позволяет данному логистическому оператору выполнять свои обязанности, связанные с транспортировкой обычных промышленных грузов. Процесс оказания услуги по перевозке неопасного груза довольно стандартный (*Рисунок 11*). Другими словами, была адаптирована классическая схема движения материальных,

финансовых и информационных потоков согласно классической методологии используемого модуля «1С: Логистика. Управление перевозками» (*Рисунок 8*). Хотелось бы сказать, что применение именно данного подхода к оказанию услуг в транспортировке опасных грузов, крупногабаритных грузов и грузов двойного назначения требует введения в эту модель нового блока (*Рисунок 12*), представляющего собой взаимодействие со специальными государственными ведомствами и получение разрешения от них на проведение данной деятельности, на предоставление вооружённого сопровождения и на другие мероприятия.

Последним бизнес-процессом первого уровня является оформление отчётностей. В нём происходят сдача отчётности о выполненных спецзаданиях по перевозке опасных или военных грузов перед государственными службами безопасности, внесение экономических результатов после оказания логистических услуг с последующим формированием финансовых отчётностей, впоследствии использующихся фокусной компанией при переговорах с контрагентами и возможном анализе собственной деятельности, а также расчёт заработной платы сотрудникам, вовлечённых в работу над заданиями, согласно установленным KPI (*Рисунок 13*).

Бизнес-процесс планирования в компании является оперативным и ограничивается только краткосрочным периодом, определяющимся планированием рейсов по маршрутам на ближайшую неделю на основе полученных от клиентов заявок (*Рисунок 11* и *Рисунок 12*). Как правило, фокусная компания и её клиенты заключают контракты, длительность распространяется на период от одного до трёх лет, в течение которых логистический оператор ведёт сотрудничество с контрагентом на постоянной основе согласно заранее согласованным тарифам на оказание услуг.

Таким образом, подпроцесс оперативного планирования полностью адаптирован по стандартам модуля «1С: Логистика. Управление перевозками». Его можно охарактеризовать с помощью трёх этапов [20]:

1-й этап: Составление оптимальных маршрутов. Данный шаг реализуется благодаря интеграции информационной системы с электронными картами и систем глобального позиционирования GPS или ГЛОНАСС. В частности, используются следующие сервисы картографии: *penStreetMap*, *СитиГИД*, *ИТОВ:Карт*, которые позволяют учитывать правила дорожного движения и загруженность трасс для отдельных регионов страны. Также на этом этапе возможны визуализации географических адресов, географических зон, плановых и фактических маршрутов, а также расчёт расстояния по выбранному маршруту.

2-ой этап: Формирование маршрутного задания. На данном шаге создаются заявки на выделение ресурсов на выполнение транспортного рейса согласно таким характеристикам, как классификация грузовых мест, их весогабаритные параметры, протяжённость построенного ранее маршрута и другие. Алгоритм подбора транспортного средства заключается в поиске экспедитора и привязанного к нему подходящего по требованиям ТС со свободным статусом, который устанавливается самим водителем в мобильном приложении его служебного смартфона. Впоследствии происходят обработка созданных заявок на подтверждение или отказ в выделении транспортных средств и персонала на выполнение рейса для выполнения заказа.

3-ий этап: Создание путевых листов. После подтверждения заявки на выделении транспортных средств и персонала на выполнение рейса для выполнения заказа создаются путевые листы. В этих учётных первичных документах содержатся обязательные реквизиты сторон, сведения о транспортном средстве, водителе, перевозке, грузе и другая информация. Данные документы необходимы для контроля за движением автотранспорта, расчета заработной платы экспедиторам, фиксирования расхода ГСМ, начисления амортизации на автомобиль, учета общих затрат на транспорт и справочной информации для сотрудников ГИБДД. После этого готовые путевые листы загружаются в APN назначенных водителей на их девайсы на ОС Android. Впоследствии происходит непосредственное выполнение рейса и отчёт по текущему заданию внутри мобильного приложения.

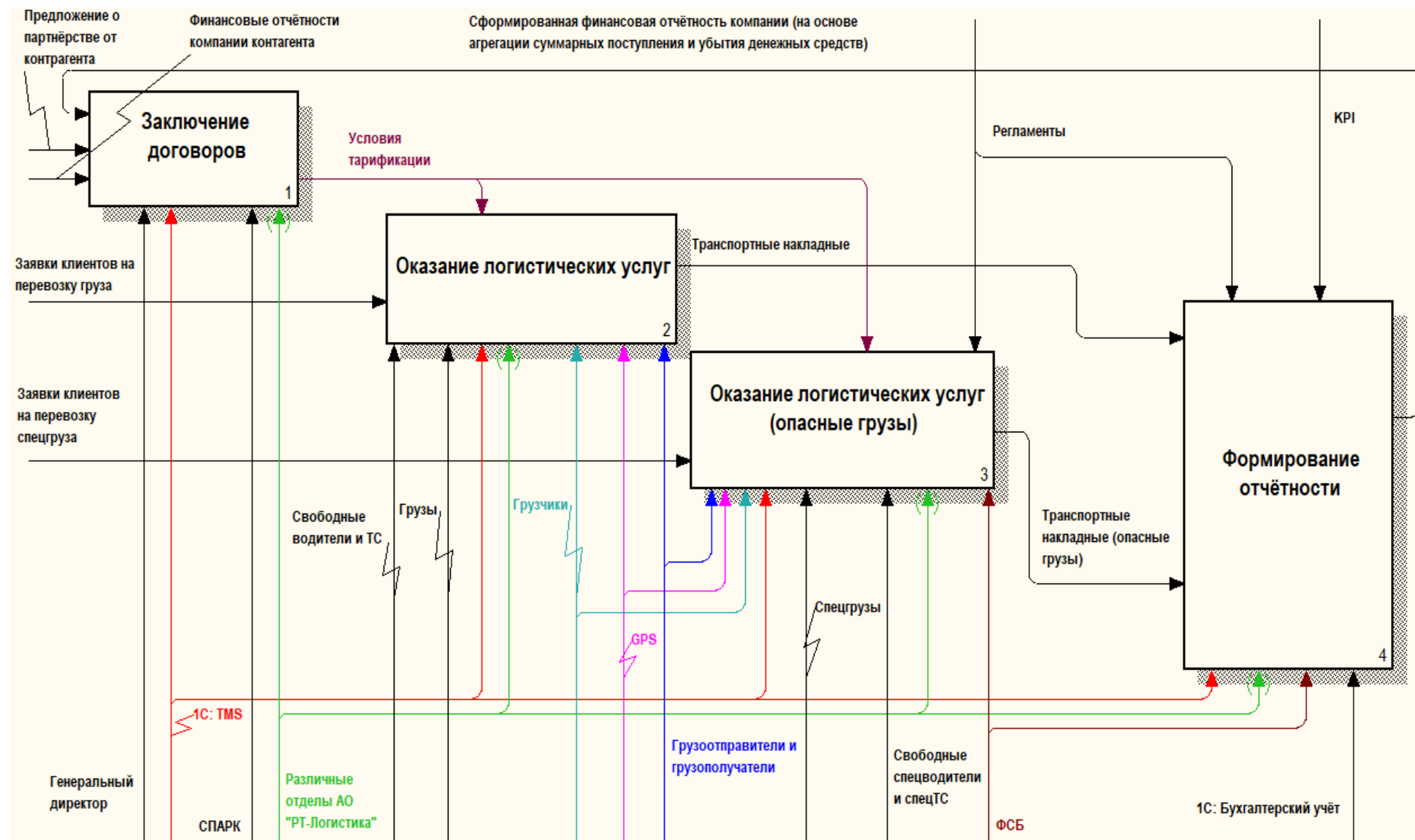


Рисунок 9. Бизнес-процессы первого уровня в АО "РТ-Логистика"(as-is)

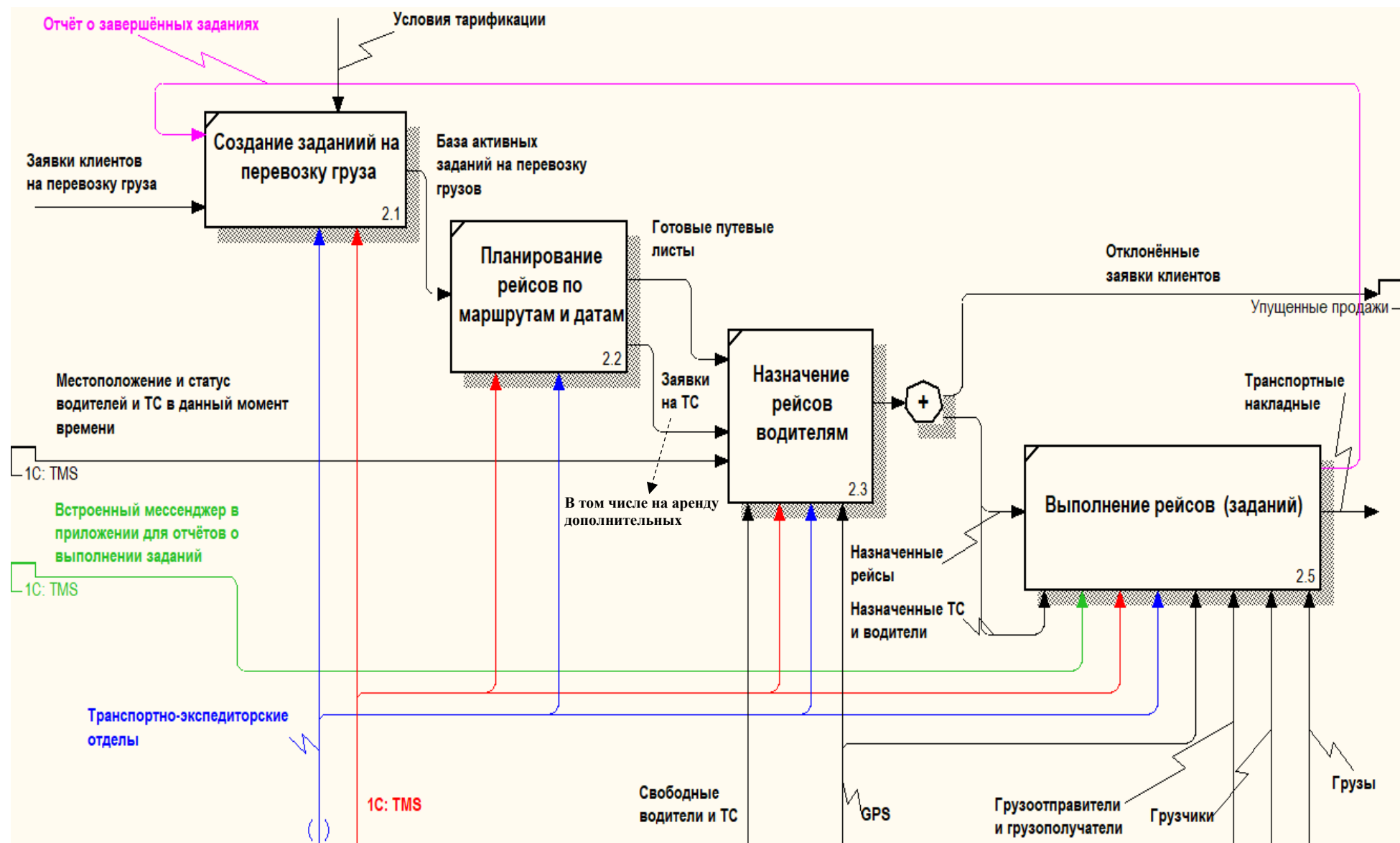


Рисунок 11. Бизнес-процесс "Оказание логистических услуг" (as-is)

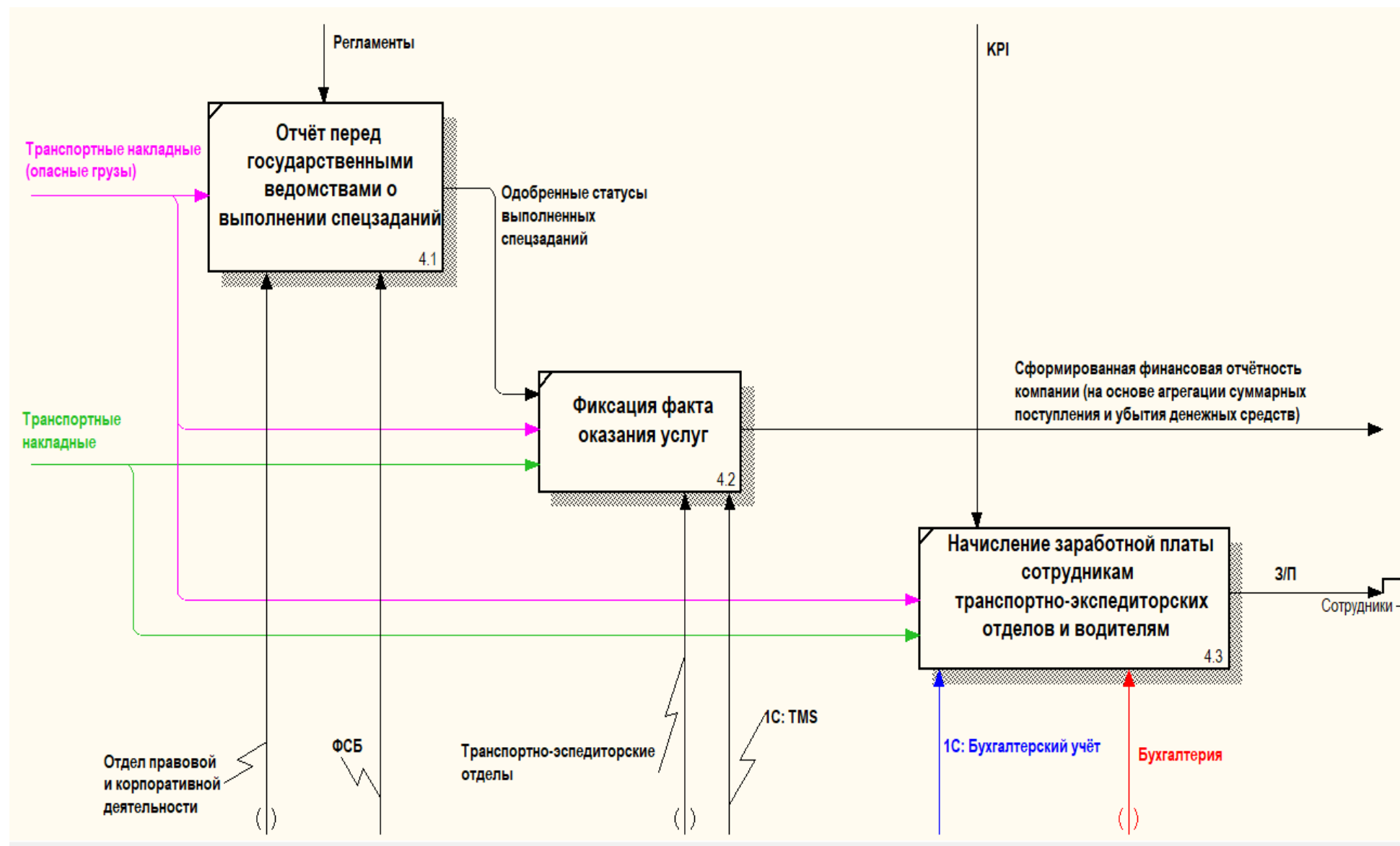


Рисунок 13. Бизнес-процесс "Формирование отчётности" (as-is)

1.4. Поиск и анализ проблемных бизнес-процессов в компании

Из анализа логистической деятельности можно выделить четыре основные проблемы, которые в разных степенях прямо или косвенно влияют на качество логистического сервиса, а следовательно и на объём прибыли, реализуемой рассматриваемым предприятием. Проблемы, степень их опасности, предоставляемой для устойчивой деятельности компании, а также их последствия удобно представить с помощью диаграммы Исикавы (*Рисунок 14*):



Рисунок 14. Диаграмма Исикавы

Таким образом, можно заметить, что такие проблемы, как «Сложный документооборот» и «Недостаток доставочного числа квалифицированных кадров» оказывают несущественное влияние на качество логистического сервиса, так как они имеют на него эффект только косвенным образом, не затрагивая процессы непосредственного контакта с клиентами при их обслуживании. Также нахождение решений для устранения данных недостатков функционирования компании крайне проблематично, так как первая заявленная проблема возникает в связи со спецификой деятельности предприятия, а вторая – больше зависит от состояния местного трудового рынка. Недостаток под названием «Устаревший состав собственного автопарка» влияет на объём прибыли, получаемой компанией, в средней степени. Тем не менее, большинство

заявок удовлетворяются с помощью аутсорсинга логистической инфраструктуры, поэтому создание проекта срочного обновления собственного автопарка является нецелесообразным, так как период окупаемости данных инвестиций будет крайне длинным, а экономический эффект – не столь существенным.

Теперь обратим внимание на проблему, которая обладает критическим влиянием и систематически занижает показатели качества предоставляемого им логистического сервиса, потому что именно она будет решаться в рамках данной работы. Суть её заключается в том, что компания часто сталкивается с упущенными продажами, так как в некоторых случаях не может принять заявку клиента по причине отсутствия ресурсов для её выполнения. Таким образом, если сроки выполнения заявки позволяют привлечение транспортных средств и водителей с помощью аутсорсинга у партнёров или конкурентов за крайне ограниченный временной период, то компания осуществляет заказ, в противном случае происходят упущенные продажи, факт присутствия которых фиксируется в информационной системе. Из экономического анализа компании можно прийти к выводу о том, в последний год рассматриваемая проблема выражала себя наиболее остро, так как объём упущенных продаж за этот период был наибольшим в абсолютных и относительных выражениях.

Данные проблемы возникают в связи с тем, что бизнес-процесс планирования в компании ограничивается только текущими активными заявками клиентов на перевозку грузов. Как правило, задания от потребителей на оказания им логистических услуг возникают всего лишь за несколько дней или недель до крайнего срока выполнения заказа, что заставляет логистического оператора испытывать трудности и риски в ускоренном поиске ресурсов для их выполнения в случае дефицита экспедиторов и транспортных мощностей. Другими словами, в АО «РТ-Логистике» бизнес-планирование отличается сжатыми границами и позволяет только примерно рассчитать бюджет и требуемый объём логистической инфраструктуры, необходимой для удовлетворения нужд того или иного клиента в ближайшее время. Также в организационной структуре компании отсутствует роль для какого-либо отдела, работа сотрудников которого могла бы быть направлена на прогнозирование потребительского спроса, выявления некоторых паттернов поведения своих клиентов на рынке, определения тренда, сезонности и других характеристик временных рядов для детализации бизнес-процесса планирования и его распространения на операционные и тактические уровни.

Потенциальным решением вышеописанных дисфункций будут являться совершенствование бизнес-процесса оперативного планирования путём выделения отдельного процесса, который, помимо обычного распределения

рейсов на одну или две недели вперёд функционалом информационной системы, ещё будет ориентирован на прогнозирование потребительского спроса для расчёта необходимости в транспортных мощностях на определённые периоды функционирования компании и других аспектов, требуемых для обеспечения устойчивой деятельности предприятия. Также будет рассмотрена его последующая частичная или полная автоматизация. Другими словами, данное изменение в общих чертах можно охарактеризовать следующим образом (*Рисунок 15*):

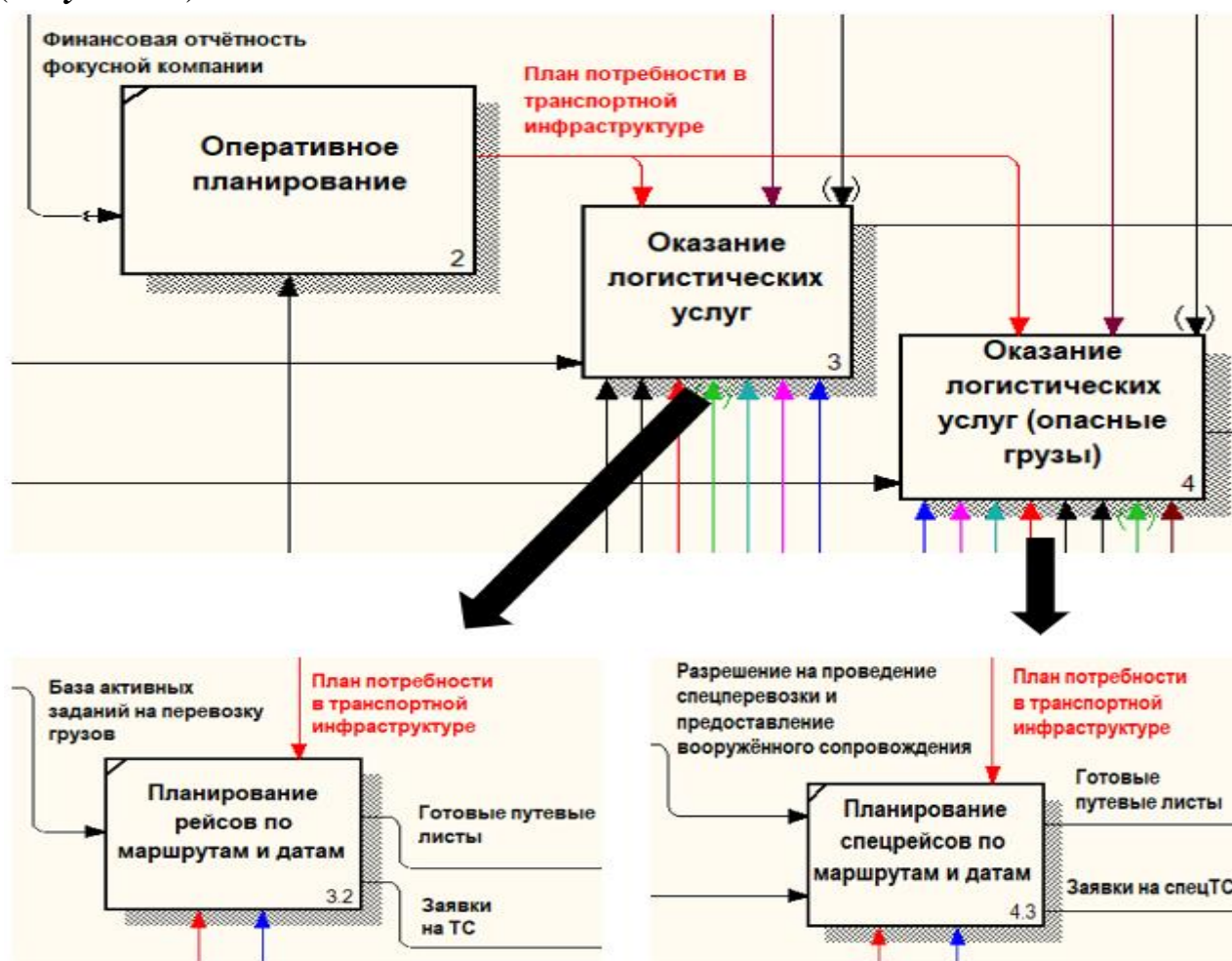


Рисунок 15. Фрагмент изменения бизнес-процессов в АО "РТ-Логистика" (to-be)

Следовательно, дальнейшая часть данной работы будет посвящена обоснованию необходимости совершенствования системы планирования транспортной инфраструктуры в АО «РТ-Логистика» с помощью раскрытия теоретических основ практик планирования логистической деятельности в компаниях, а также последующему предложению разработанной системы планирования логистики в исследуемую компанию. Доказательством актуальности и целесообразности этого решения для указанной проблемы будет служить расчёт экономического эффекта, получаемого организацией от его использования.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ПЛАНИРОВАНИЯ В ЛОГИСТИКЕ

2.1. Обзор основных подходов к планированию логистической деятельности в транспортных компаниях

Для решения выявленной ранее проблемы, оказывающей критическое влияние на объём прибыли, получаемой АО «РТ-Логистика» в ходе своей деятельности, необходимо предложение практики более комплексного планирования. Его основой является планирование потребительского спроса за определённый промежуток времени, называемым «горизонтом планирования» в области бизнес-аналитики. Можно прийти к однозначному толкованию этого термина: «Планированием спроса называется процесс максимального достоверного определения будущих потребностей рынка и ориентации ресурсов предприятия на их удовлетворение» [1]. Таким образом, из приведённого определения следует, что для рассматриваемого в данной работе промышленного логистического оператора будущими потребностями рынка являются весовые характеристики груза из заявок, поступаемых от клиентов этого предприятия, а ресурсами предприятия для их удовлетворения – подходящий объём транспортной инфраструктуры для их транспортировки. Целью предлагаемой системы планирования будет являться уравнивание этих двух величин для обеспечения качественного логистического сервиса при целесообразном размере затрачиваемых на это издержек.

Процесс планирования спроса можно разделить на три основных этапа [1]:

- 1) **Прогнозирование спроса.** На этом этапе формируется предварительный сбытовой план с помощью различных методов прогнозирования без учёта ограничений производственного и закупочного характера. Для выполнения этого шага требуются наладить контакт между разными источниками информации: подразделениями, руководством предприятия, её клиентами и партнёрами, а также выбрать наиболее подходящий инструмент для прогнозирования, который бы соответствовал модели исходных данных и текущей ситуации на рынке. Другими словами, на данном этапе создаётся план для дальнейшего изучения и согласования с другими контрагентами;
- 2) **Согласование прогноза спроса.** В процессе выполнения второго шага созданный на первом этапе прогнозный план подвергаются совместному анализу со стороны производителей, поставщиков, дистрибьютеров и

логистических компаний. Вовлечение внешних контрагентов в планирование спроса позволяет получить различные точки зрения и определить взаимоприемлемый результат;

- 3) **Сопоставление спроса и прогноза.** На данном этапе происходит сравнение характеристик уже принятых реальных заказов с прогнозируемыми величинами, высчитываются отклонения между этими двум величинами и делаются выводы о точности разработанного прогнозного плана. Выводы, полученные после завершения этого шага, используются в дальнейшем при следующих попытках составления прогноза, называемых «циклами прогнозирования» в бизнес-аналитике.

Рассматривая опыт планирования спроса в транспортных компаниях, можно обратить внимание на следующую задокументированную реальную практику тайваньской авиакомпании «China Airlines» [12]. В рамках планирования потребности в воздушных судах для обслуживания клиентов разрабатывается математическая модель, которая состоит из двух серий ограничений: по рейсам и по пассажирам. Первый класс ограничений предполагает, что число совершаемых авиакомпанией рейсов ограничено законодательно в связи с правилами использования общего воздушного пространства, то есть максимальное число вылетов, совершаемых воздушными судами от лица одной авиакомпании в определённый промежуток времени, регламентировано, что побуждает предприятие к поиску транспортной инфраструктуры с большей вместимостью пассажиров с целью минимизации числа рейсов в некоторых случаях. Второй класс ограничений наиболее интересен для данной работы, потому что его основой является практика прогнозирования потребительского спроса. Он предполагает, что, рассматривая прогнозный план спроса на месяц вперёд, нужно опираться на 90%-квантиль числа потенциальных пассажиров в данном временном отрезке. Другими словами, расчёт данного показателя позволяет определить максимальный объём пассажиропотока, который не превышает в 90% наблюдениях изучаемого временного периода, то есть в 27 днях рассматриваемого месяца. Данный подход позволит оценить минимально необходимый объём имеющейся транспортной инфраструктуры для поддержания 90%-ого клиентского сервиса, чтобы получить понимание о необходимости в привлечении дополнительных транспортных судов посредством аутсорсинга. Помимо затрат на совершение рейсов в ограничениях по пассажирам также учитываются маржинальные издержки на кормление клиентов, грузопереработки их багажа и т.д.

Предварительные результаты использования разработанной модели демонстрируют эффективное управление потоками пассажиров. Данный подход к планированию спроса в транспортной инфраструктуре позволил авиакомпании более оперативно принимать конкретные управленческие решения, выражающаяся в получении графика распределения рейсов и воздушных суден к ним в течение 8-минутного компьютерного расчёта.

Подводя итоги приведённого ранее кейса, в котором освящена практика решения проблемы, аналогичной заявленной в этой работе, можно сделать вывод о том, что процесс прогнозирования должен осуществляться в дневных разрезах с агрегацией результатов по 90%-квантилям в месячных разрезах, что и определяет общую потребность в транспортной инфраструктуре на грядущий временной период, равный одному месяцу. Этот способ, описанный в прошлой научной статье, предполагает комбинирование использования собственного парка для обслуживания клиентов на предстоящий месяц и аренды дополнительной транспортной инфраструктуры на месяц вперёд в случае нехватки мощности собственного парка на установленный горизонт планирования. Данный способ планирования логистической деятельности отличается устойчивостью, так как оперативное планирование осуществляется на достаточно короткий промежуток времени, и экономичностью в связи с непродолжительным сроком аутсорсинга транспортной инфраструктуры в случае нехватки собственных мощностей.

Также стоит отметить другую практику, задокументированную в научной статье [4], освящающую подходы к управлению транспортным парком для выполнения гуманитарных миссий. Специфика деятельности такого рода отличается крайне нестабильным спросом на услуги и необходимостью в оперативном планировании логистической деятельности в связи со срочностью обслуживания нуждающихся. Управление автопарком в данных условиях является крайне интересной практикой: подходы, описанные в данном кейсе, могут быть применены для решения проблемы, заявленной в данной работе.

В рамках рассматриваемой практики планирование транспортных мощностей осуществляется так же на месяц вперёд на основе прогнозного плана, но уже максимальная дневная потребность в пределах рассматриваемого месяца становится ориентиром для подготовки необходимого объёма транспортной инфраструктуры. Планирование маршрутов и отправок осуществляется ежедневно согласно специфике выполняемого задания. Тем не менее, при совпадении подхода к планированию логистической деятельности прошлой работы особое внимание также уделяется определению оптимальной мощности постоянного автопарка для возможности выполнения внезапно появившихся экстренных заказов. Именно минимально необходимый размер транспортного

парка должен быть в собственном владении для получения максимальных степеней доступа к нему и управления им. Данная практика уже реализована в рассматриваемой в этой работе компании, которая обладает собственным автопарком для обслуживания клиентов.

Таким образом, основной целью в бизнес-процессе оперативного планирования в АО «РТ-Логистика» должно быть определение оптимального размера арендуемой на временной период, равной одному месяцу, транспортной инфраструктуры, необходимой для поддержания уже имеющихся транспортных мощностей и уровня логистического сервиса на уровне 90%. Совершенствование бизнес-процесса планирования в компании направлено на качественное выполнение именно этой задачи, которая, в первую очередь, зависит от выбора качественного инструмента прогнозирования, что и будет посвящено в следующих пунктах второй главы данной работе.

2.2. Обзор основных подходов и методов к прогнозированию в бизнесе

Таким образом, исходя из обзора основных подходов к бизнес-планированию в транспортных компаниях можно сделать вывод о том, что основанием для планирования логистической деятельности в транспортных компаниях служит прогноз потребительского спроса, суть которого заключается в исследовании и оценке его будущей величины на товары и услуги для принятия управленческих решений. Множество коммерческих компаний инвестируют огромные объёмы денежных средств для получения достоверных прогнозных планов, позволяющих им избегать ситуации, связанные с дефицитом или избытком каких-либо ресурсов для удовлетворения своих потребителей. Для достижения данной цели существует множество подходов и методов, выбор которых зависит от наличия достаточной информационной базы, специфики деятельности компании и конъюктуры рынка. Последующие части данной главы этой работы будут посвящены анализу существующих способов прогнозирования потребительского спроса для транспортных компаний и выбору наиболее подходящего из них с составлением резюме по его использованию для рассматриваемого предприятия.

В классическом понимании существуют только два подхода к прогнозированию потребительского спроса: качественный и количественный [13]. Первым рассмотрим качественный подход к прогнозированию, суть которого заключается в исследовании имеющихся опыта, личных мнений, знаний, интуиции экспертов и других «мягких» факторов. Данный способ прогнозирования преимущественно используется для среднесрочных и

долгосрочных горизонтов, когда информационная база недостаточная для выявления каких-либо закономерностей и причинно-следственных связей в данных или просто отсутствует.

Рассмотрим основные методы [13], использующиеся в качественном подходе к прогнозированию:

- **Метод опросов или анкетирования.** Данный инструмент прогнозирования предполагает проведение опросов или анкетирования для клиентов, партнёров или функциональных менеджеров, на результате которых и строится прогноз. На основе оценки ответов респондентов и их динамики во времени проводятся экстраполяция распределения во времени и формирование первичного прогнозного плана. Для этого метода могут подходить как массовые опросы, так и выборочные, но, тем не менее, следует проводить его корректировку с учётом текущего состояния рынка;
- **Экспертное оценивание (эвристика).** Этот метод напоминает метод проведения опросов, только в нём в качестве респондентов выступает ряд экспертов. Другими словами, круг лиц, обладающих необходимой квалификацией и опытом работы в данной сфере деятельности, делится своим мнением по поводу своего видения будущей динамики развития потребительского спроса. Полученные оценки, как правило, усредняются, и на их основе составляется базовый прогнозный план;
- **Метод Дельфи.** Данный инструмент прогнозирования заслуживает особого внимания, так как он отличается своей популярностью и неординарностью. Он является производным от метода экспертного оценивания, но обладает большей степенью формализации. Его суть заключается в отборе обязательно независимых экспертов (как правило, не более 20 человек) и группы аналитиков для обработки их мнений и оценок. Главными чертами этого метода являются анонимность, многоуровневость и заочность, которые, по мнению его авторов, обеспечиваются тем фактом, что в опросах или анкетировании участвует не структурированная группа людей, а не знающие друг друга независимые эксперты, оценки которых не искажаются под действием общего коллективного мнения, основанного на совместной работе и конформизме. Первый этап этого инструмента – это составление опросника аналитической группой, в который входят, по мнению аналитиков, необходимые пункты для решения вопроса. На втором этапе опросник выдаётся экспертам и после ответа на существующие пункты они заявляют, какие из предложенных им вопросов являются лишними, а какие – недостающими, после чего аналитики с

учётом их мнений модифицируют их. Третьим этапом модифицированный опросник снова выдаётся экспертам с возможностью для них ознакомиться с альтернативными точками зрения других участников. Тем временем аналитики пытаются как можно сильнее сблизить их мнения путём изменения содержания опросников и демонстрации экспертам расхождений в их точках зрения путём повторения данной процедуры несколько раз. После достижения экспертами консенсуса аналитиками выносятся общая оценка и составляются практические рекомендации по поводу решения конкретных вопросов.

Качественные методы прогнозирования, несмотря на свою понятность и простоту реализации, отличаются своей субъективностью и изменчивостью в связи и с тем, что они строятся на личном восприятии ситуации какими-либо индивидуумами. Другими словами, прогнозный план может подвергаться излишнему оптимизму или пессимизму экспертов, которые ведут к возникновению систематической ошибки (bias). Более того, качественный подход к прогнозированию потребительского спроса часто не позволяет определить причины возникающих отклонений и расхождений между прогнозом и фактом, а также он отличается излишней ресурсоёмкостью. Таким образом, к качественным методам прогнозирования обращаются тогда, когда информационная база крайне недостаточна или просто отсутствует или же при необходимости корректировки базового количественного прогноза.

Особый интерес представляют методы количественного подхода к прогнозированию. Они строят прогнозы, опираясь либо на данные из временных рядов прошлых периодов, либо на статистических данных изменения фактической величины спроса и связанного определяющего спрос показателя. В любом случае, количественный подход предполагает работу с историческими данными, характеризующими поведение потребительского спроса за какой-либо промежуток времени. Он крайне эффективен при существовании достаточной информационной базы для выявления в сведениях каких-либо закономерностей и причинно-следственных связей, а также отличается высокой степенью объективности, так как при его реализации используются математически-статистические модели, лишённые неоднозначного толкования.

Как и говорилось ранее, в основе количественного подхода к прогнозированию лежит работа с временными рядами, которые представляют из себя упорядоченный во времени статистический материал, характеризующий значения каких-либо параметров исследуемого процесса. Временные ряды также могут быть одномерными и многомерными: в первом случае, они описывают изменение только одного параметра исследуемого процесса, а во втором – двух

и более. Более того, существуют стационарные временные ряды, в которых значения наблюдений являются случайными величинами с постоянными математическим ожиданием и дисперсией, то есть с их неизменяющимися вероятностными свойствами на всём протяжении временного ряда, а также нестационарные, в которых данные условия не выполняются. Каждый временной ряд обладает своими характеристиками (компонентами), исходя из которых выбираются наиболее подходящие методы прогнозирования, так как от правильно подобранного инструмента зависит точность получаемого прогнозного плана. Именно данные отличительные черты временных рядов будут рассмотрены и раскрыты впоследствии.

Можно определить тип большинства временных рядов, используя три компоненты [10]:













- 1) **Тренд** – это систематическая компонента, которая характеризует долговременную тенденцию изменения параметров временного ряда. Он является непериодической компонентой, закономерно и постоянно меняющейся с течением времени. Тренд может быть восходящим, нисходящим или горизонтальным (отсутствующим), может быть как линейным, так и нелинейным. Хорошим примером восходящего тренда будет являться ситуация, когда компания последовательно открывает новые торговые точки, реализующие какие-либо товары или услуги. В этом случае динамика объёма продаж с течением времени будет преимущественно двигаться к повышению, так как с дополнительными магазинами будет продаваться всё больше и больше продукции.
- 2) **Сезонность** – это систематическая компонента, которая характеризует повторяющиеся во времени периодические колебания параметров временного ряда, происходящих по предсказуемой схеме. Существование сезонной компоненты обусловлено сменой времён года, наличием праздничных дней или других календарных событий, культурными традициями, погодными условиями и другими циклическими явлениями. В зависимости от амплитуды изменений значений параметров временного ряда сезонность может быть умеренной, яркой и жёсткой, может быть аддитивной и мультипликативной. Хорошим примером возникновения сезонности будет являться продажа санок. Пик продаж данного изделия приходится на зимний сезон, когда появляются осадки в виде снега, при условии существования которых они и могут быть использованы. В остальные времена года объём продаж либо совсем незначителен, либо просто отсутствует. Данная жёсткая закономерность в изменении

динамики объёма продаж санок наблюдается каждый календарный год и объясняется наличием сезонности потребительского спроса на них.

- 3) **Шум** – это несистематическая компонента, характеризующая случайные колебания параметров временного ряда. Другими словами, шум – это нечто иное как случайная величина, существование которой обусловлено наличием произвольно происходящих факторов, оказывающих влияние на значения какой-либо величины и не объясняющихся применяемыми математическими моделями. Также причиной возникновения шумов могут являться непредсказуемые выбросы неизвестного происхождения.

При рассмотрении компонент, присущих временным рядам, было упомянуто то, что тренд и сезонность могут быть нескольких видов и подчиняться разным математическим функциям. Поведение тренда и сезонности, в большей степени, определяют тип модели временного ряда и внешний вид его визуализации, с помощью которых и выбирается наиболее подходящий инструмент для прогнозирования. Таким образом, можно продемонстрировать влияние типов тренда и сезонности на внешний вид модели временного ряда следующим образом (*Таблица 6*):

Таблица 6. Модели временных рядов

| | Нет сезонности | Аддитивная сезонность | Мультипли- кативная сезонность |
|---------------------------|---|--|---|
| Горизонтальный тренд |  |  |  |
| Линейный тренд |  |  |  |
| Нисходящий тренд |  |  |  |
| Экспоненциальный тренд |  |  |  |

Как можно увидеть, тренд может иметь разную форму и направления движения, а амплитуды сезонных колебаний или же вариаций вдоль линии тренда могут быть как одинаковыми на всех рассматриваемых циклах (аддитивными), так и возрастающими или убывающими пропорционально уровню временного ряда (мультипликативными). Именно данные различия в двух типах рассматриваемых величин разделяют модели временных рядов на аддитивные и мультипликативные:

- 1) Аддитивная модель предполагает, что уровень временного ряда может быть выражен суммой трендовой, сезонной и случайной компонент. Её можно представить следующим уравнением:

$$Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t, \quad (2.2.1)$$

Y_t – значение временного ряда в момент времени t ;

T_t – трендовая компонента в момент времени t ;
 S_t – сезонная компонента в момент времени t ;
 ε_t – случайная компонента в момент времени t .

- 2) Мультипликативная модель предполагает, что уровень временного ряда может быть выражен произведением трендовой, сезонной и случайной компонент. Её можно представить следующим уравнением:

$$Y_t = T_t * S_t * \varepsilon_t, \quad (2.2.2)$$

Y_t – значение временного ряда в момент времени t ;
 T_t – трендовая компонента в момент времени t ;
 S_t – сезонная компонента в момент времени t ;
 ε_t – случайная компонента в момент времени t .

Помимо математического метода определения типов тренда, сезонности и видов модели временного ряда, также существует альтернативный и более простой способ под названием «декомпозиция временного ряда». Он позволяет выделить отдельные визуализации всех компонент, составляющих временной ряд: тренд, сезонность и шум. Впоследствии рассмотрение каждой составляющей в отдельности предоставляет возможность в получении более очевидного представления структуры исследуемого временного ряда [21]. Например, возьмём экспериментальный временной ряд с его декомпозицией (*Рисунок 16*):

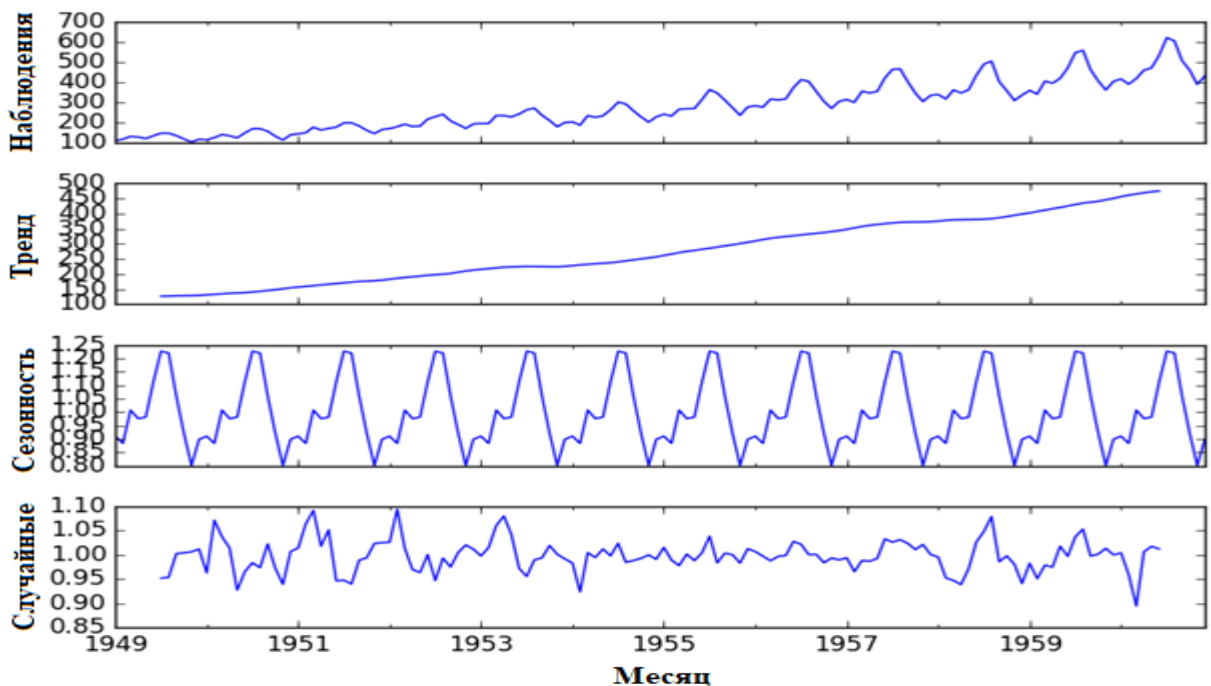


Рисунок 16. Декомпозиция временного ряда

Таким образом, можно заметить, что временной ряд обладает восходящим линейным трендом и аддитивной сезонностью. Также после декомпозиции есть возможность отдельно проанализировать динамику случайной величины, так как, согласно данной визуализации, в ней есть некоторая цикличность, которая, скорее всего, может быть объяснена и предсказана в будущем. На основании проведенного анализа декомпозиции временного ряда можно подобрать наиболее подходящий инструмент прогнозирования, удовлетворяющий требованиям определенных характеристик компонент.

В количественном подходе к прогнозированию выделяют множество инструментов, но в данной работе будут рассмотрены только те, которые могут быть использованы для планирования логистической деятельности в транспортных компаниях, а именно прогнозирования весовых характеристик груза на основе временных рядов. Другими словами, в этой главе будут проанализированы такие способы, как статистическое прогнозирование, имитационное моделирование и машинное обучение.

К классическим инструментам, применяемым при прогнозировании в экономике и бизнесе, являются статистические методы прогнозирования. Они основываются на множестве методов многократного математическо-статистического уточнения значений некоторых параметров модели, которые являются прогнозируемой характеристикой временного ряда. Другими словами, суть статистических методов прогнозирования заключается в использовании принципов экстраполяции, метода научного исследования, базирующийся на распространении прошлых и настоящих склонностей, закономерностей и причинно-следственных связей на будущую динамику развития исследуемой модели. При их использовании возникают два допущения: прошлые тенденции рассматриваемого объекта сохраняют свои характеристики в будущем и траектория динамики исследуемого явления может быть описана математически, что делает возможным создание аналитической модели динамики развития временного ряда. Как правило, данный класс методов прогнозирования используется, когда информационная база достаточна, для того чтобы в полной мере изучить тенденции, закономерности и причинно-следственные связи временного ряда в прошлом, чтобы распространить их для его будущих периодов.

Существует более сотни методов прогнозирования, относящихся к классу статистических, но в данной работе будут рассмотрены только основные и наиболее популярные из них [13]:

- **Наивный прогноз.** Суть данного метода заключается в предположении о том, что прогнозируемые параметры временного ряда будущего периода будут равны его параметрам в прошлом периоде. Главным преимуществом

этого инструмента прогнозирования является его быстрота и простота его использования, а недостатком – как правило, низкая точность прогнозных планов в связи с отсутствием учёта тенденций, сезонных и случайных колебаний значений наблюдений. Математическая модель работы данного метода можно выразить следующей формулой:

$$\check{Y}_{t+1} = Y_t, \quad (2.2.3)$$

\check{Y}_{t+1} – прогноз на следующий период $t+1$;

Y_t – фактическое значение временного ряда в момент времени t .

- **Простая скользящая средняя.** Данный метод прогнозирования основан на поступательном вычислении усреднённых параметров временного ряда за определённый промежуток времени. Например, если необходимо найти среднюю величину потребительского спроса за последние десять дней, то в момент окончания одиннадцатого дня нужно посчитать новое среднее арифметическое прогрессии путём включения в неё значение величины спроса за одиннадцатый день и исключением из неё его значения за первый день. Таким образом, динамика средних арифметических предоставит понимание текущей тенденции, сглаживая сезонные колебания и шумы. Данный метод крайне прост в использовании и, как правило, используется для временных рядов, не обладающих сезонностью и большой волатильностью. Математическая модель данного инструмента прогнозирования может быть представлена следующей формулой:

$$\check{Y}_{t+1} = (\sum_0^m Y_{t-m})/m, \quad (2.2.4)$$

\check{Y}_{t+1} – прогноз на следующий период $t+1$;

m – количество значений временного ряда, выбранных для скользящей средней;

Y_{t-m} – фактическое значение временного ряда из m -совокупности в момент времени $(t - m)$.

- **Простое экспоненциальное сглаживание.** Данный метод является одним из распространённых способов сглаживания временных рядов и прогнозирования динамики их развития. Его суть заключается в последовательном расчёте экспоненциальных скользящих средних временного ряда, которые позволяют прогнозному плану последовательно адаптироваться к новым уровням временного ряда без существенной степени чувствительности к его случайному отклонению. Этот метод

прогнозирования часто используется, когда информационной базы недостаточно, для того чтобы утверждать о характере тенденций временного ряда. Математическая модель данного инструмента прогнозирования описывается следующей формулой:

$$\check{Y}_{t+1} = L_t: \quad (2.2.5)$$

$$L_t = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * L_{t-1}, \quad (2.2.5.1)$$

\check{Y}_{t+1} – прогноз на следующий период t+1;

Y_t – фактическое значение временного ряда в момент времени t.

L_t – сглаженное значение временного ряда в момент времени (для $L_1 = Y_1$, для $L_{t \neq 1}$ – по формуле 2.5.1);

α – коэффициент сглаживания временного ряда ($0 \leq \alpha \leq 1$).

- **Метод Хольта.** Данный метод прогнозирования основывается на представлении динамики развития временного ряда в качестве линейной зависимости с постоянно изменяющимися параметрами, которыми являются уровень временного ряда (L) и его тренд (T). Параметры модели прогнозирования последовательно высчитываются в течение всего временного ряда, останавливаясь на его последнем значении, после которого они становятся основой для её функционирования. Как правило, этот инструмент используется для временных рядов с трендом без сезонных колебаний, что делает модель менее чувствительной к каким-либо неустойчивостям. Математическая модель данного метода прогнозирования описывается следующей формулой:

$$\check{Y}_{t+1} = L_t + T_t: \quad (2.2.6)$$

$$L_t = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * (L_{t-1} + T_{t-1}), \quad (2.2.6.1)$$

$$T_t = \beta * (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}, \quad (2.2.6.2)$$

\check{Y}_{t+1} – прогноз на следующий период t+1;

Y_t – фактическое значение временного ряда в момент времени t;

L_t – сглаженное значение временного ряда в момент времени t (для $L_1 = Y_1$, для $L_{t \neq 1}$ – по формуле 2.6.1)

α – коэффициент сглаживания временного ряда ($0 \leq \alpha \leq 1$);

T_t – сглаженное значение линейного тренда в момент времени t (для $T_1 =$ угловой коэффициент прямой, подогнанной к данным, для $T_{t \neq 1}$ – по формуле 2.6.2);

β – коэффициент сглаживания линейного тренда ($0 \leq \beta \leq 1$).

- Метод Хольта-Уинтерса.** Данный метод прогнозирования — это модификация метода Хольта, и он основывается на представлении динамики развития временного ряда в качестве линейной зависимости с постоянно изменяющимися параметрами, которыми являются, помимо уровня временного ряда (L) и его тренда (T), ещё и сезонность (S). Параметры модели прогнозирования последовательно высчитываются в течение всего временного ряда, останавливаясь на его последнем значении, после которого они становятся основой для её функционирования. Как правило, этот инструмент используется для временных рядов с трендом и сезонными колебаниями, что делает его модель прогнозирования более сложной и чувствительной к неустойчивостям. Математические модели данного метода прогнозирования зависят от типа сезонности и описываются следующими формулами:

$$\text{Аддитивная сезонность: } \check{Y}_{t+1} = L_t + T_t + S_t \quad (2.2.7)$$

$$L_t = \alpha * (Y_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha) * (L_{t-1} + T_{t-1}), \quad (2.2.7.1)$$

$$T_t = \beta * (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}, \quad (2.2.7.2)$$

$$S_t = \gamma * (Y_t - L_t) + (1 - \gamma) * S_{t-m}, \quad (2.2.7.3)$$

$$\text{Мультипликативная сезонность: } \check{Y}_{t+1} = (L_t + T_t) * S_t \quad (2.2.8)$$

$$L_t = \alpha * (Y_t / S_{t-m}) + (1 - \alpha) * (L_{t-1} + T_{t-1}), \quad (2.2.8.1)$$

$$T_t = \beta * (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}, \quad (2.2.8.2)$$

$$S_t = \gamma * (Y_t / L_t) + (1 - \gamma) * S_{t-m}, \quad (2.2.8.3)$$

\check{Y}_{t+1} – прогноз на следующий период $t+1$;

Y_t – фактическое значение временного ряда в момент времени t ;

m – длина сезонного цикла (день, неделя, месяц, квартал, год и т.д.),

$m < t$;

L_t – сглаженное значение временного ряда в момент времени t (для $L_1 = \sum_{m=0}^m Y_m / m$, для $L_{t \neq 1}$ – по формуле 2.7.1 или 2.8.1 в зависимости от типа сезонности)

α – коэффициент сглаживания временного ряда ($0 \leq \alpha \leq 1$);

T_t – сглаженное значение линейного тренда в момент времени t (для $T_1 =$ угловой коэффициент прямой, подогнутой к данным, для $T_{t \neq 1}$ – по формуле 2.7.2 или 2.8.2 в зависимости от типа сезонности);

β – коэффициент сглаживания линейного тренда ($0 \leq \beta \leq 1$);

S_t – сезонный коэффициент, присущий моменту времени t (для аддитивного типа сезонности: $S_{t \in [1; m]} = Y_{t \in [1; m]} - L_1$, а $S_{t \in (m; +\infty)}$ – по формуле 2.7.3; для мультипликативного типа сезонности $S_{t \in [1; m]} = Y_{t \in [1; m]} / L_1$, а $S_{t \in (m; +\infty)}$ – по формуле 2.8.3);

γ – коэффициент сглаживания сезонных колебаний ($0 \leq \gamma \leq 1$).

- **ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) [8].** Данный метод объединяет в себе такие понятия, как авторегрессия и скользящая средняя. Этот инструмент прогнозирования представляет из себя математическую модель, в которой скользящие средние, рассчитанные из наблюдений прошлых периодов временного ряда, являются входными данными для уравнения регрессии, использующегося для прогнозирования параметров в будущих периодах. В аббревиатуре данного метода «I» соответствует термину «интеграция» (обратное дифференцирование), «AR» - значениям предыдущих периодов, «MA» - отклонениям или ошибкам, закладываемым в модель. В контексте данного метода также выделяется три основных параметра, которые определяют режим его функционирования:

- 1) p : порядок авторегрессионной части;
- 2) d : порядок разностей, необходимый для приведения временного ряда в стационарный вид, если это необходимо (если временной ряд является стационарным, то его автокорреляция в модели зависит только от разности временных интервалов, а не от самого временного интервала).
- 3) q : порядок скользящего среднего;

Математическая модель функционирования данного метода может быть представлена следующей формулой:

$$ARIMA_{(p,d,q)}: \quad (2.2.9)$$

$$Y_t = C + \delta_1 * Y_{t-1} + \dots + \delta_p * Y_{t-p} + \theta_1 * \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q * \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t, \quad (2.2.9.1)$$

Y_t – значение временного ряда, объясняемое в момент времени t ;

C – константа;

δ_p - коэффициент каждого параметра p ;
 θ_q - коэффициент каждого параметра q ;
 ε_t – остатки и ошибки в момент времени t .

- **SARIMA [8]**. Данный метод прогнозирования является производным от ARIMA и является её сезонной версией: приставка «S-» означает «Seasonal». Эта модифицированная модель формируется с помощью дополнительных предикторов-параметров, которые дополнительно добавляются к базовой модели:

- 1) P: сезонный порядок авторегрессии;
- 2) D: порядок сезонных разниц;
- 3) Q: сезонный порядок скользящих средних;
- 4) m: количество временных циклов в сезонном периоде.

Таким образом, общее обозначение метода SARIMA приобретёт следующий вид:

$$SARIMA_{(p,d,q) (P,D,Q)m} \quad (2.2.10)$$

Хорошим примером использования статистического метода прогнозирования ARIMA в логистической деятельности будет являться задокументированный практический опыт прогнозирования годового пассажиропотока в итальянском аэропорте «Reggio Calabria» [6]. За основу были взяты несколько модификаций инструмента ARIMA (1,2,2): ARIMA_so (обученная на временном ряде с удалёнными выбросами), ARIMA_co (обученная на временном ряде с немного сглаженными выбросами) и ARIMAX (с коэффициентами влияния внешних факторов).

Результаты настройки и применения выше описанных методов можно предствить следующей графической интерпретацией (*Рисунок 17*):

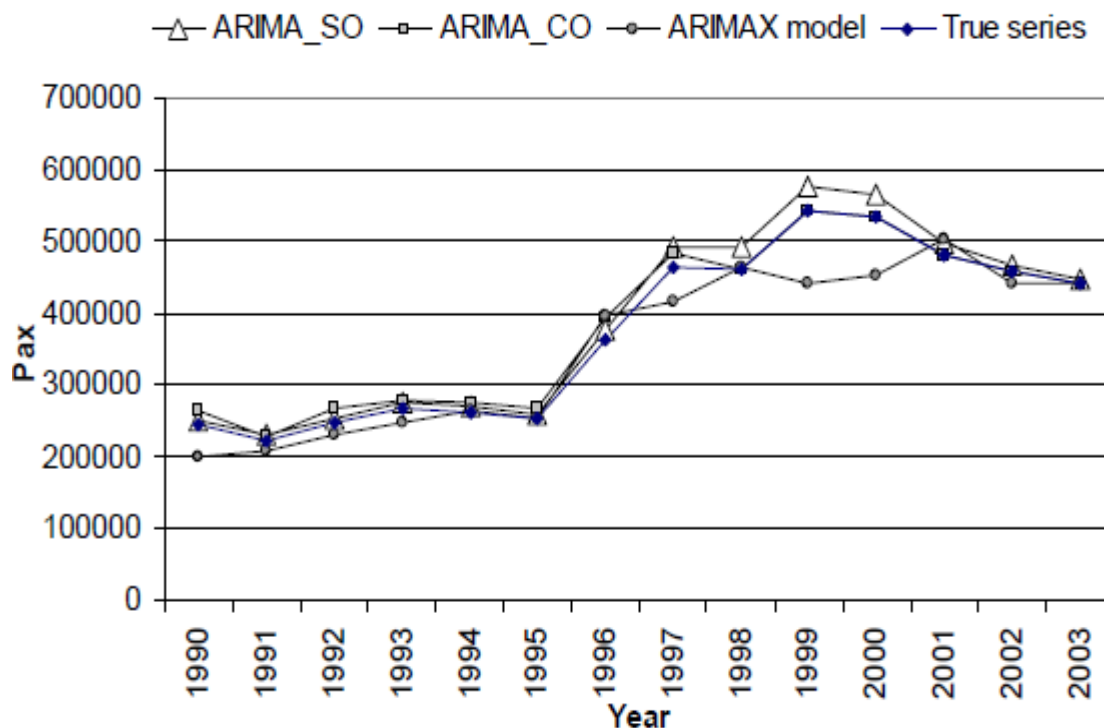


Рисунок 17. Графики прогнозов от ARIMA и факт

Как можно заметить: все модификации модели прогнозирования отлично справились со своей задачей, в большей степени успешно адаптировавшись под динамику факта. Тем не менее, версия «ARIMA_so» оказалась наиболее правдоподобной, что говорит о том, что удаление значимых выбросов с выборки, на которой будет обучаться модель прогнозирования, может являться полезным приёмом.

- **ETS-модели (error-trend-seasonality).** Данный метод прогнозирования основывается на принципе экспоненциального сглаживания. Если в ранее рассмотренном простом экспоненциальном сглаживании процедуре сглаживания подвергался только уровень временного ряда, то данные модели способны проводить ту же самую операцию и с трендом, и с сезонностью. Механизм сглаживания определяется совокупностью типов трёх компонент временного ряда, к которому применяется указанный инструмент прогнозирования. Таким образом, общее обозначение метода ETS с параметрами-предикторами приобретёт следующий вид:

$$ETS_{(\text{ошибка, тренд, сезонность})} \quad (2.2.11)$$

ошибка (остатки): аддитивные (A), мультипликативные (M);

тренд: аддитивный (A), мультипликативный (M), аддитивный убывающий (Ad), мультипликативный убывающий (Md), отсутствующий (N);

сезонность: аддитивный (А), мультипликативная (М), отсутствующая (N).

Такой инструмент в прогнозировании как имитационное моделирование является частным случаем математического моделирования, при котором реальная исследуемая система заменяется компьютерной моделью, повторяющей её параметры с высокой точностью. Как правило, с построенной виртуальной моделью проводят различные эксперименты, изменяя различные характеристики её функционирования, с целью получения понимания влияния искусственно созданных или случайных факторов с вероятностным характером возникновения на состояние реальной модели [9]. К имитационному моделированию прибегают, когда проведение экспериментов на реальном объекте просто невозможно, построение аналитической модели крайне проблематично в связи с комплексностью протекаемого явления или же существует необходимость симитировать поведение системы во времени для проведения последующего анализа (*Рисунок 18*):

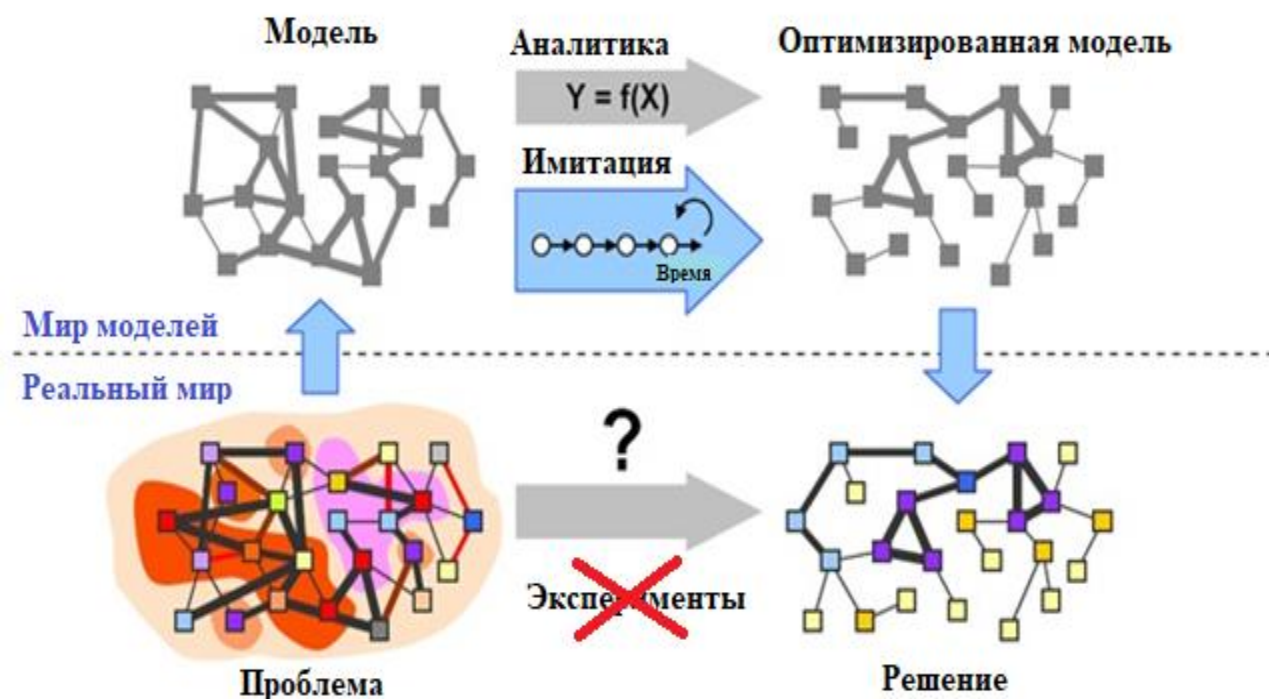


Рисунок 18. Сравнение аналитического и имитационного подхода к решению задач

Несмотря на то, что данный инструмент получил своё широкое призвание в областях, требующих высокую степень наглядности и визуализации для проведения исследования, таких как моделирования бизнес-процессов, боевых действий, динамики населения, биологических процессов, дорожного движения и т.д., он продемонстрировал своё практическое значение и в области бизнес-аналитики, в частности, в прогнозировании потребительского спроса. Хорошим

примером использования имитационного моделирования для прогнозирования в области логистики и УЦП является кейс компании Vitafoam Nigeria Plc [5], целью которого являлись применение обычных аналитических методов и методов имитационного моделирования для прогнозирования уровня запасов, а также последующее количественное оценивание амплитуды такого впоследствии возникающего феномена колебания потребительского спроса, как эффект хлыста, и увеличения объёма связанного капитала. В исследовании были построены аналитические (математические) и имитационные модели с разными коэффициентами авторегрессии с помощью статистических методов прогнозирования. Можно заметить, что в некоторых случаях имитационная модель лучше справлялась в прогнозировании эффекта хлыста, но хуже – в сокращении объёмов связанного капитала, а где-то – наоборот. Всё-равно расхождения в количественных оценках этих двух параметров не столь велики, поэтому справедливо заявить о том, что имитационное моделирование справилось не хуже аналитического при решении данной задачи.

Следующим рассматриваемым инструментом количественного подхода к прогнозированию является машинное обучение. Оно считается относительно молодой областью исследования и воспринимается альтернативным к классическим статистическим методам прогнозирования. Суть применения технологий машинного обучения в прогнозировании заключается в том, что принципы использования искусственного интеллекта позволяют модели прогнозирования самостоятельно самосовершенствоваться на основе заранее составленных человеком протоколов и алгоритмов. Таким образом, решение проблем происходит не по чёткой формуле как в статических инструментах, а по причинно-следственным связям между конкретными наборами признаков и их значений.

Можно выделить основные методы машинного обучения, используемые в прогнозировании потребительского спроса [3]:

- Многослойный перцептрон Румельхарта (MLP);
- Байесовская нейронная сеть (BNN);
- Функция радиального вида (RBF);
- Генерализованная регрессионная нейронная сеть или ядерная регрессия (GRNN);
- Регрессия ближайших k-соседей (KNN);
- CART- деревья (CART);
- Регрессия опорных векторов (SVR);
- Гауссовский процессы (GP).

В одной научной статье **Ошибка! Закладка не определена.** рассматриваются все вышеперечисленные методы, каждый из которых был использован в

соревнованиях по бизнес-аналитике под названием «М3 Competition». Целью проведённого исследования является сравнение эффективности их применения для предоставляемого на состязаниях временного ряда по сравнению с обычными статистическими методами прогнозирования. Результатом проведённого анализа двух классов методов стала следующая гистограмма, отражающая распределение значений средних абсолютных ошибок в процентах (MAPE) между всеми проанализированными в статье методами прогнозирования (*Рисунок 19*):

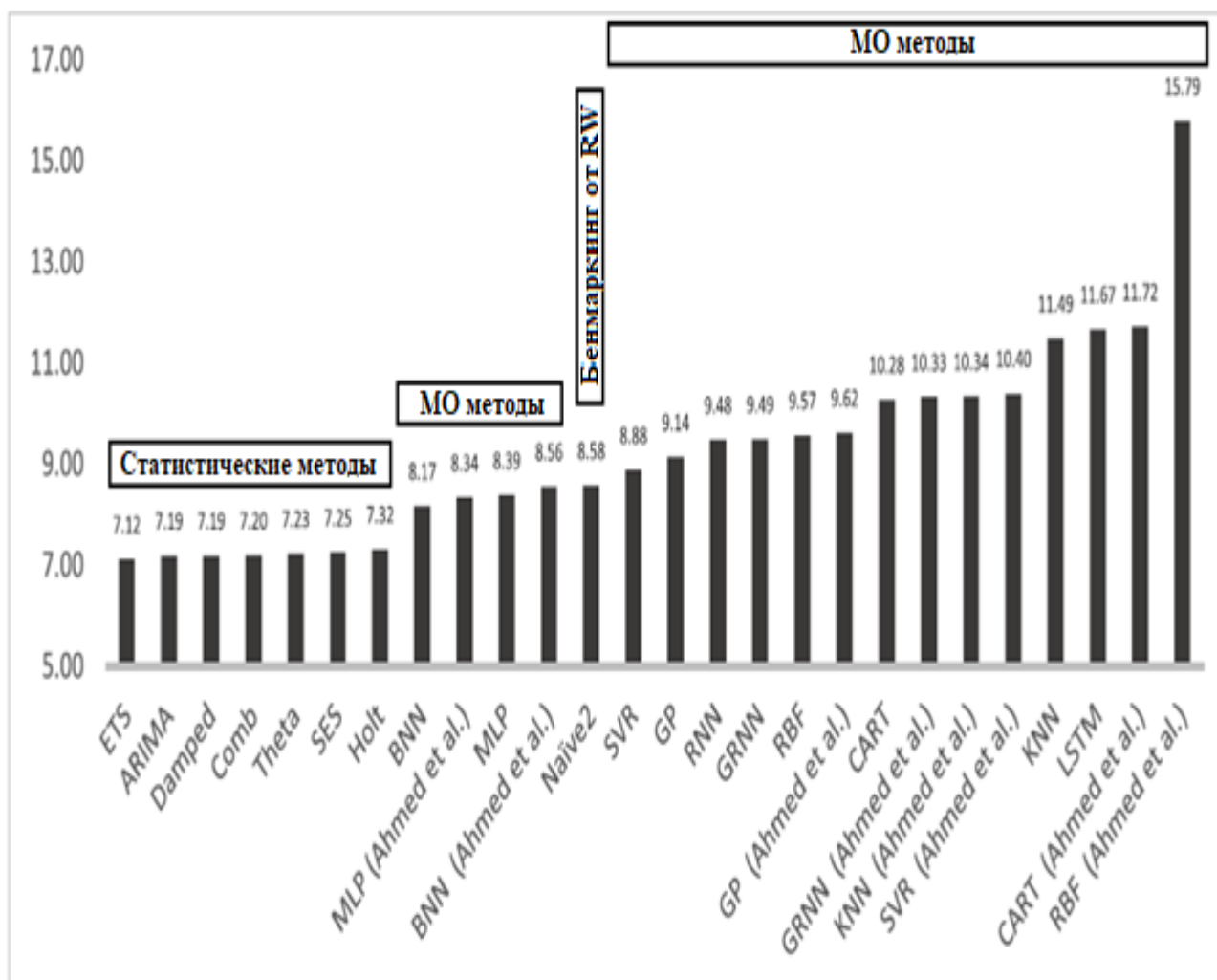


Рисунок 19. Распределение MAPE по методам прогнозирования

Исходя из таблицы можно сделать вывод о том, что консервативные статистические методы оказались более эффективными при решении поставленной в исследовании задачи. Авторы научной статьи заявляют, что данный факт объясняется тем, что методы прогнозирования, построенные на принципах машинного обучения, создавали модели, отличающиеся слишком высокой степенью переобучения. Другими словами, они обладали излишней сложностью и отлично работали на обучающей выборке, но оказались неэффективными на тестовой выборке, демонстрируя предсказания, слишком

близкие или точные к конкретному обучающему набору данных. Более того, было замечено, что методы прогнозирования, основанные на принципах машинного обучения, крайне ресурсозатратные, так как требовали больших объёмов оперативной памяти компьютера и времени для своей реализации. Таким образом, выводом согласно использованию области машинного обучения в сфере прогнозирования потребительского спроса может служить утверждение о том, что эта сфера прикладного назначения на данный момент времени справляется со своими задачами, в целом, хуже, чем классические методы прогнозирования, и является крайне сложнореализуемой на практике. Тем не менее, данная область исследования имеет все перспективы на дальнейшее изучение и развитие.

2.3. Выбор подходящего способа прогнозирования логистической деятельности в транспортных компаниях

В прошлом пункте текущей главы работы был проведён обзор основных подходов и методов прогнозирования потребительского спроса. Данные инструменты лежат в основе планирования логистической деятельности в транспортных компаниях, так как именно с помощью них возможны обеспечение процесса максимального достоверного определения будущих потребностей рынка и последующей ориентации ресурсов предприятия на их удовлетворение, где будущими потребностями рынка являются весовые характеристики груза из заявок, поступаемых от клиентов этого предприятия, а ресурсами предприятия для их удовлетворения – подходящий объём транспортной инфраструктуры для их транспортировки. Именно выбор подходящего способа прогнозирования предоставит АО «РТ-Логистике» возможность в планировании спроса, сутью которого будет являться точное уравнивание величины спроса клиентов и размера транспортных мощностей для предоставления качественного логистического сервиса при оптимальном размере издержек, затрачиваемых на это. Набор доступных для планирования логистической деятельности в транспортных компаниях подходов и методов прогнозирования может быть представлен схемой (*Рисунок 20*), а их приспособленность к различным особенностям потребительского спроса в транспортных компаниях – таблицей ниже (*Таблица 7*):

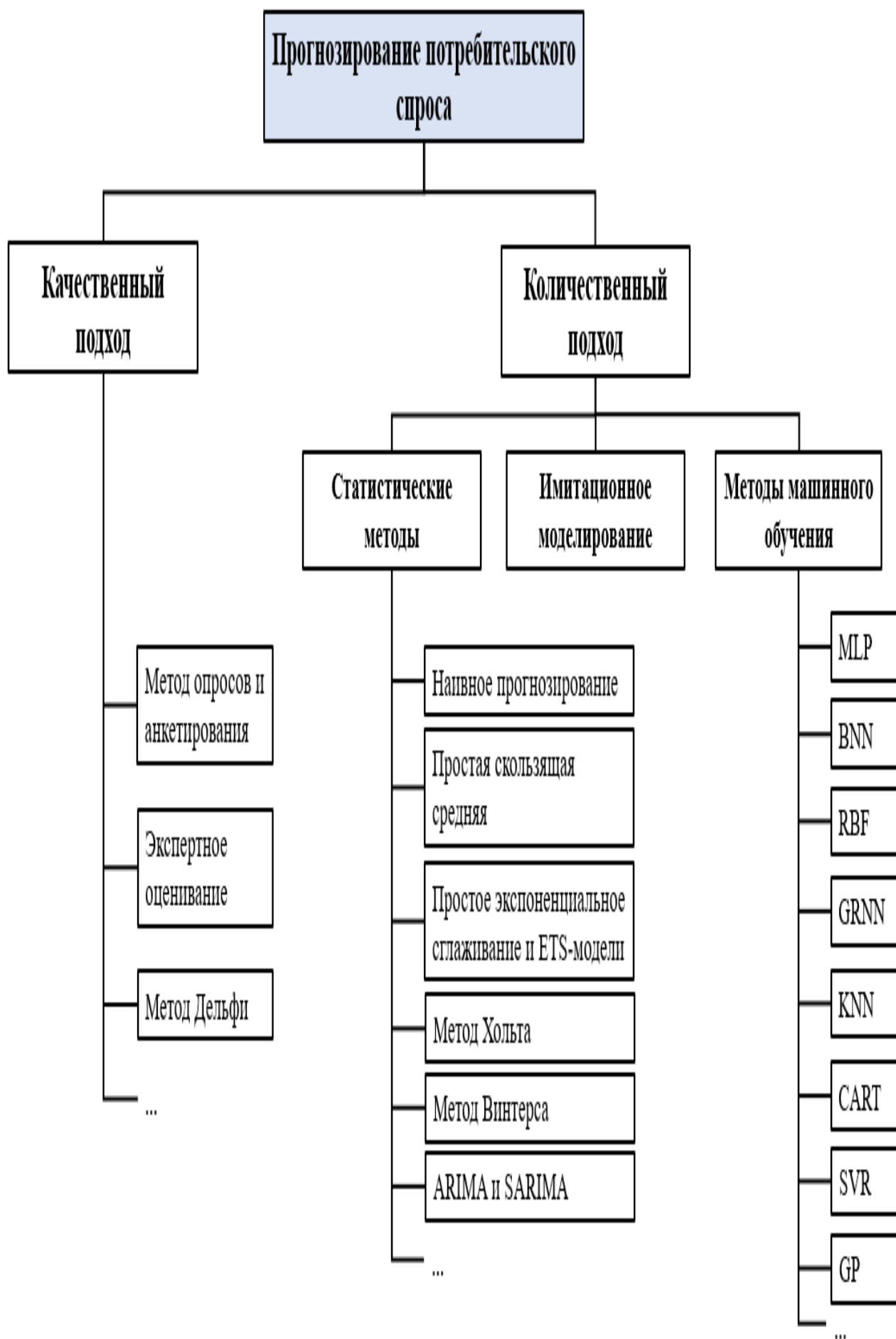


Рисунок 20. Классификация методов прогнозирования потребительского спроса

Таблица 7. Особенности потребительского спроса в транспортных компаниях, учитываемые различными методами прогнозирования

| Методы \ Особенности потребительского спроса в транспортных компаниях | Тренд | Сезонность | Отсутствие истории развития | Случайность и полная неопределённость в развитии |
|--|--------------|-------------------|--|---|
| Качественные методы | Нет | Нет | Да | Да |
| Наивный прогноз | Нет | Нет | Нет | Да |
| Простая скользящая средняя | Нет | Нет | Нет | Да |
| Простое экспоненциальное сглаживание | Да | Нет | Нет | Нет |
| Метод Хольта | Да | Нет | Нет | Нет |
| Метод Хольта-Уинтерса | Да | Да | Нет | Нет |
| ARIMA | Да | Да | Нет | Нет |
| SARIMA | Да | Да | Нет | Нет |
| ETS-модели | Да | Да | Нет | Нет |
| Имитационное моделирование | Нет | Нет | Да | Да |
| Методы машинного обучения | Да | Да | Нет | Нет |

Если рассматривать методы качественного подхода, то можно сразу сделать заявление о том, что они отличаются высокой степенью субъективности, а также в связи с тем, что АО «РТ-Логистика» собирает исторические данные о проведённых сделках с клиентами с помощью своей информационной системы. Другими словами, этой информационной базы будет достаточно для построения временных рядов, которые могут являться входными данными для методов прогнозирования количественного подхода, отличающихся гораздо более высокой степенью точности.

Методы прогнозирования, основанные на машинном обучении, характеризуются своими инновационностью и сложностью. Они действительно используются для прогнозирования потребительского спроса, но чаще на экспериментальной основе или в рамках дополнения классических статистических способов. В связи с тем, что специфика деятельности рассматриваемого предприятия не отличается крайне неоднородной клиентской базой с хаотичным характером поведения на рынке, то их применение будет

излишним и может привести к переобучаемости построенной модели прогнозирования, которая будет обладать высокой степенью чувствительности, приводящей к возникновению отклонений и ошибок на тестовых периодах.

Если рассматривать имитационное моделирование, то можно сделать заявление о том, что данный специфический инструмент, как говорилось ранее, больше подходит для проведения экспериментов и анализа развития поведения виртуальной модели в будущем. В рамках данной работы не существует необходимости в моделировании каких-либо ситуаций, например, как искусственного возрастания величины спроса для имитации перегрузки имеющихся транспортных мощностей предприятия. Её основной целью является планирование логистической деятельности в транспортных компаниях, опирающейся, главным образом, на планировании спроса, базой для которого является реальное поведение потребительского спроса клиентов на рынке. Именно по этой причине такой инструмент прогнозирования, как имитационное моделирование, не совсем подходит для решения поставленных задач, лежащих в рамках заявленной проблемы.

Таким образом, консервативные статистические методы прогнозирования, основывающиеся на множестве методов многократного математическо-статистического уточнения значений некоторых параметров модели, которые и являются прогнозируемой характеристикой временного ряда, наиболее удовлетворяют требованиям, выдвигаемым решаемой в этой работе проблемой. Наличие исторических данных, достаточных для построения временных рядов и проведения процедур прогнозирования на них, отсутствие неоднородной клиентской базой с хаотичным характером поведения на рынке, а также отсутствие необходимости в проведении экспериментов над виртуальными моделями указывают на то, что статистические методы прогнозирования и извлекаемые из них аналитические модели прогнозирования будут наиболее подходящим инструментом для планирования спроса на услуги рассматриваемого предприятия.

2.4. Комбинирование нескольких моделей прогнозирования для повышения точности планирования логистической деятельности транспортной компании

Основным способом повышения точности планирования спроса является увеличение степени качества составляемых прогнозных планов. К сожалению, часто единственный метод прогнозирования не может в полной мере объяснить поведение временного ряда в будущих периодах, что заставляет обращаться к другим практикам проведения процедуры прогнозирования. Одной из них

является комбинация индивидуальных методов прогнозирования с целью повышения точности составляемого прогноза. В этом пункте данной главы будут рассмотрены основные подходы к комбинации методов прогнозирования для получения модифицированных моделей, обладающих более высокой эффективностью.

Таким образом, существует множество путей комбинирования инструментов прогнозирования, но все они, главным образом, опираются на следующие способы [7, 11, 15]:

- 1) **Простая комбинация.** При совмещении двух или более моделей прогнозирования можно присвоить каждой из них или каждой выбранной из них свои веса согласно точности их применения на обучающей выборке или же просто их количеству. На основе показателей ошибок каждого используемого метода происходят их ранжирование и присвоение коэффициентов, которые впоследствии соответственно умножаются на прогнозируемые ими значения, которые впоследствии складываются. Таким образом, наиболее эффективно применённые методы получают наибольшие веса и оказывают наибольшее влияние на развитие прогнозного плана. Данный способ комбинирования инструментов прогнозирования отличается своими простотой и практичностью, а математическая модель процесса использования данного подхода может быть описана следующим образом:

$$\check{F}_c = F_i * \omega_i, \quad (2.11)$$

\check{F}_c – значение комбинированного прогноза;

F_i – значение индивидуального прогноза с порядковым номером i ;

ω_i – весовой коэффициент для значения индивидуального прогноза с порядковым номером i согласно поставленным критериям.

- 2) **Ретроспективный способ.** Данный путь комбинации основан на том, что весовые коэффициенты для индивидуальных методов прогнозирования зависят от их исторической эффективности. Другими словами, в этом способе учитываются ретроспективные показатели ошибок отдельных методов прогнозирования: для каждого периода временного ряда им присваиваются свои разные веса согласно точности их функционирования в них, которые потом усредняются каким-либо путём. Например,

величины отклонения прогноза от факта от использования отдельного метода прогнозирования в далёких прошлых периодах играют меньшую роль в формировании совокупного весового коэффициента для него, чем в недавних. Предложенный способ комбинирования прогнозных инструментов основан на более актуальных данных, но при этом полностью не игнорирует более старые наблюдения. Инструментами для усреднения ретроспективных весовых коэффициентов, помимо простых методов, также могут служить вариационно-ковариационный метод и метод минимальной средней квадратичной ошибки, которые отличаются некоторой степенью сложности применения и больше подходят для длительных временных рядов.

В одном довольно давнем исследовании [14] было проверено предположение о том, что комбинация нескольких индивидуальных методов прогнозирования может увеличить точность прогнозного плана. В рассматриваемой статье было использовано четыре статистических инструмента прогнозирования, а после их применения были посчитаны их ошибки MAPE (средняя абсолютная ошибка в процентах), MPE (средняя процентная ошибка) и RMSPE (среднеквадратическая ошибка) на тестовом периоде до и после их объединения различными способами. В данной работе можно увидеть, что 3-й способ комбинации, основанный на распределении весовых коэффициентов согласно величине квадрата абсолютного отклонения прогноза от факта, стал лучшим инструментом для прогнозирования на данном временном ряду. Остальные пути совмещения методов прогнозирования, такие как ранжирования по модулю абсолютного отклонения и по коэффициентами сглаживания весов, составленных двумя ранее упомянутыми способами, также продемонстрировали результаты лучше, чем многие индивидуальные инструменты прогнозирования по-отдельности, что говорит о целесообразности проведения данного анализа и подтверждает гипотезу о том, комбинация нескольких методов прогнозирования, в большинстве случаев, является уместной практикой для увеличения достоверности составляемых прогнозных планов.

Во многих других исследованиях был также подтверждён положительный эффект использования совмещения методов прогнозирования для повышения точности прогноза. Этот факт свидетельствует о том, что данная практика может быть использована в данной работе в рамках решения поставленной проблемы предложения системы планирования потребности в транспортной инфраструктуре для данного промышленного логистического оператора.

2.5. Процедура разработки системы планирования потребности в транспортной инфраструктуре в АО «РТ-Логистика»

Описав теоретические аспекты планирования спроса в транспортных компаниях, а также рассмотрев основные принципы главных для достижения этой цели инструментов - методов прогнозирования, наиболее целесообразно приступить к разработке плана. Его ролью будет служить список действий, необходимых для разработки системы планирования потребности в транспортной инфраструктуре в АО «РТ-Логистике» с целью её последующего предложения для решения проблемы, заявленной в рамках данной работы.

Таким образом, алгоритм действий, требующихся для создания системы планирования потребности в транспортной инфраструктуре в АО «РТ-Логистике» выглядит следующим образом:

- 1) Распределение обязанностей сотрудников отделов для обеспечения протекания более совершенного бизнес-процесса «Оперативное планирование».** На этом шаге назначаются отделы, которые будут вовлечены в планирование потребности в транспортной инфраструктуре;
- 2) Извлечение данных из информационной системы.** Для проведения процедуры прогнозирования необходимо построение временного ряда, состоящего из весовых характеристик грузов, указанных в заявках клиента. На данном этапе выбирается инструмент для изъятия указанной информации, хранящийся на серверах информационной системы. Заявленный способ должен отличаться высокой степенью автоматизации и требовать малый объём временных ресурсов для выполнения;
- 3) Выполнение процедуры прогнозирования.** В течение этого этапа необходимо выбрать ИТ-решение, которое позволит обработать полученный временной ряд и определить наиболее подходящие методы прогнозирования на основе посчитанных ошибок и отклонений, а также подобрать оптимальные коэффициенты для их комбинации. Заявленный инструмент должен обладать большой степенью автономности, автоматизации и требовать малый объём временных ресурсов для использования;
- 4) Использование прогнозного плана при планировании спроса.** На этом этапе высчитывается объём необходимой транспортной инфраструктуры для удовлетворения предполагаемого совокупного спроса клиентов на месяц вперёд. В течение данного этапа определяется необходимость в

аутсорсинге дополнительных транспортных средств в случае нехватки элементов собственного автопарка;

- 5) Сопоставление прогноза и спроса.** На этом этапе определяются величины отклонения прогнозного плана от факта. В зависимости от её значения высчитывается объём упущенных продаж, а также рассматриваются возможности введения корректировок в прогнозный план в дальнейшем и переосмысление использования текущих инструментов прогнозирования.

Таким образом, в рамках второй главы данной работы удалось произвести обзор основных подходов к планированию логистической деятельности в транспортных компаниях, выбор подходящего способа планирования логистической деятельности, рассмотреть способы их совмещения и комбинации, а также разработать общий план для предложения системы планирования потребности в транспортной инфраструктуре. Данные аспекты являются теоретической базой, которая позволит перейти к третьей главе, посвящённой непосредственно формализации системы планирования потребности в транспортной инфраструктуре и последующему обоснованию экономического эффекта от её предложения для АО «РТ-Логистика».

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

3.1. Предложения по распределению обязанностей сотрудников отделов и информационному обмену в АО «РТ-Логистика» для совершенствования процесса оперативного планирования

Во второй главе данной работы были упомянуты основные этапы составления системы планирования потребности в транспортной инфраструктуре в АО «РТ-Логистика». В рамках данного пункта текущей главы будут рассмотрены способ организации работы сотрудников и выбор инструментов для извлечения данных, которые будут являться входной информацией для планирования в дальнейшем, и их передачи другим отделам предприятия.

Для выполнения информационного обмена следует полагаться на подход, отличающийся простотой реализации и задействующий наименее возможное число сотрудников. Таким образом, возникает необходимость в выборе инструмента для работы с базами данными транспортных заявок в информационной системе компании, который мог бы автоматизирован и управляться одним сотрудником из рассматриваемой организации. В связи с предъявляемыми параметрами функционирования информационного обмена для совершенствования бизнес-процесса оперативного планирования разработка скрипта на языке программирования SQL, который может быть настроен под текущие потребности и запущен с помощью нажатия одной кнопки на интерфейсе платформы, является наиболее рациональным решением для извлечения необходимой информации из информационной системы 1С. Именно данный инструмент работы с базами данными является наиболее актуальным на сегодняшний день, так как он отличается крайне высокой скоростью работы, а также простотой написания и использования. Скрипты на базе SQL используются во многих областях жизнедеятельности по причине вышеперечисленных преимуществ, но особенно распространено его присутствие в сферах аналитики и статистики, основы которых заложены в рассматриваемых в данной работе логистических бизнес-процессах.

Таким образом, в рамках предложения подхода к распределению обязанностей в АО «РТ-Логистика» для совершенствования процесса оперативного планирования можно предложить привлечение одного из

сотрудников финансово-экономического отдела, в обязанности которого будет входить запуск вышеописанного скрипта на базе SQL с изменением строчки кода с диапазонами дат обрабатываемых заявок клиентов для получения требующейся актуальной информации из серверов 1С для проведения процедуры прогнозирования. Настройка работы перед запуском скрипта будет ограничиваться только изменением диапазона дат выгрузки данных, что не требует особых знаний в области программирования у сотрудника, использующего данный инструмент. Данная строка кода может выглядеть следующим образом (*Рисунок 21*):

```
WHERE
(
    Cal."CALDAY" BETWEEN '20210101' AND '20210131' -- здесь нужный период, обычно прошедший месяц
```

Рисунок 21. Примерный фрагмент скрипта SQL с настройкой датой выгрузки данных из 1С

Существует множество платформ для работы с базами данных, в которых могут компилироваться скрипты на базе SQL. Проведём сравнительный анализ наиболее популярных из них [22, 23, 24, 25], опираясь на критерии, необходимые для решения задач, заявленных в рамках данной работы. Его результаты могут представлены таблицей, в котором «+» — это присутствие функциональной возможности или критерия, а «-» — его отсутствие.

Таблица 8. Сравнительный анализ платформ управления базами данных

| Критерии/Платформы | Oracle RDBMS | MySQL | Microsoft SQL Server | DBever |
|--|--------------|-------|----------------------|--------|
| 1) Поддержка SQL | + | + | + | + |
| 2) Поддержка NoSQL | + | + | + | + |
| 3) Доступность интерфейса рядовому пользователю | - | + | - | + |
| 4) Возможность работать с крайне большими массивами информации при сохранении высокой производительности | + | - | + | - |
| 5) Поддержка множества операционных систем | + | + | - | + |
| 6) Генерация скриптов для перемещения данных | - | - | + | - |

| | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|
| 7) Отсутствие необходимости покупки лицензии продукта | - | - | - | + |
| Итого баллов: | 4 | 4 | 4 | 5 |

Таким образом, из приведённого сравнительного анализа следует то, что все рассматриваемые инструменты обладали паритетом в ходе сравнения, но последний критерий в виде бесплатной лицензии от DBeaver как для физических, так и для юридических лиц выдвинул данную платформу на первое место. Именно она и будет использоваться в совершенствующемся бизнес-процессе оперативного планирования в качестве инструмента для извлечения данных из серверов информационной системы компании для построения временного ряда, над которым и будет воспроизводиться процедура прогнозирования.

К сожалению, никто из персонала компании не обладает знаниями языка программирования SQL. В связи с данным ограничением существует необходимость в создании технического задания и аутсорсинг специалистов, обладающих необходимыми компетенциями для создания инструмента для работы с базами данными, способным быть повторно используемым на выбранной ранее платформе. Примерная стоимость покупки данной услуги будет отражена в следующих пунктах третьей главы этой работы.

В конкретном случае результатом работы скрипта должна являться электронная таблица Excel с выполненными и пропущенными заявками клиентов в период с 2017–2020 года, которая впоследствии может быть использована в дальнейшем для построения временного ряда и проведения процедуры прогнозирования. Помимо трёх необходимых столбцов, содержащих информацию о статусе заявки, дате заявки и массе груза, можно воспользоваться выгрузкой всех доступных метрик из 1С и включить в её состав описательные и финансовые параметры, которые в случае чего могут быть использованы для иных аналитических целей. В результате выгрузки данных будет получена таблица следующей структуры (*Рисунок 22*):

| Статус заявки | Дата заявки | Номер акта | Дата погрузки | Грузы | Масса груза, т | Сумма Заказчика с НДС, руб | Сумма Заказчика без НДС, руб | Ставка НДС Заказчика | Сумма Перевозчика с НДС, руб | Сумма без НДС Перевозчика, руб | Ставка НДС Перевозчика | Дельта без НДС, руб |
|---------------|-------------|------------|---------------|----------|----------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------|
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00058 | 11.01.2017 | Изделия | 0,719 | 4282,06 | 3568,38 | 20% | 3231,74 | 3231,74 | 0% | 336,64 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00054 | 09.01.2017 | Тарно уп | 0,824 | 4897,68 | 4081,40 | 20% | 741,39 | 741,39 | 0% | 3340,00 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00056 | 11.01.2017 | Тарно уп | 2 | 7063,51 | 5886,26 | 20% | 1073,07 | 1073,07 | 0% | 4813,19 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00061 | 09.01.2017 | Телега | 2 | 8546,17 | 7121,81 | 20% | 6330,50 | 6330,50 | 0% | 791,31 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00055 | 11.01.2017 | Теплооб | 2 | 9593,10 | 7994,25 | 20% | 1470,94 | 1470,94 | 0% | 6523,31 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00064 | 10.01.2017 | Контейн | 2 | 10997,76 | 9320,14 | 18% | 1633,33 | 1633,33 | 0% | 7686,81 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00073 | 11.01.2017 | Изделия | 2 | 11381,22 | 9484,35 | 20% | 8614,23 | 8614,23 | 0% | 870,12 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00059 | 10.01.2017 | Контейн | 2 | 11649,78 | 9708,15 | 20% | 1768,27 | 1768,27 | 0% | 7939,88 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00063 | 10.01.2017 | Контейн | 3 | 12633,71 | 10528,09 | 20% | 9692,53 | 9692,53 | 0% | 835,56 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00079 | 10.01.2017 | Изделия | 3 | 14244,90 | 11870,75 | 20% | 2169,48 | 2169,48 | 0% | 9701,27 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00057 | 11.01.2017 | Блоки, д | 3 | 14498,86 | 12082,38 | 20% | 11022,52 | 11022,52 | 0% | 1059,86 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00060 | 09.01.2017 | Контейн | 3 | 15240,67 | 12700,56 | 20% | 2317,29 | 2317,29 | 0% | 10383,26 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00062 | 09.01.2017 | Изделия | 4 | 7796,51 | 6497,09 | 20% | 5872,37 | 5872,37 | 0% | 624,72 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00047 | 15.01.2017 | Авиацио | 4 | 13617,56 | 13617,56 | 0% | 2723,51 | 2723,51 | 0% | 10894,05 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00080 | 03.01.2017 | Крупнога | 4 | 18366,77 | 15305,64 | 20% | 13743,84 | 13743,84 | 0% | 1561,80 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00082 | 22.01.2017 | Авиацио | 8 | 33677,96 | 33677,96 | 0% | 33677,96 | 33677,96 | 0% | 0,00 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00069 | 15.01.2017 | Трубы | 12 | 71073,60 | 59228,00 | 20% | 61023,60 | 50853,00 | 20% | 8375,00 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00068 | 18.01.2017 | Контейн | 19 | 133099,20 | 110916,00 | 20% | 93139,20 | 77616,00 | 20% | 33300,01 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00083 | 25.01.2017 | Авиацио | 24 | 101213,45 | 101213,45 | 0% | 101213,45 | 101213,45 | 0% | 0,00 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00085 | 11.01.2017 | Авиацио | 32 | 4184045,14 | 3486704,28 | 20% | 756233,93 | 630194,94 | 20% | 2856509,34 |
| Выполнен | 09.01.2017 | 0-00084 | 25.01.2017 | Авиацио | 33 | 742000,00 | 742000,00 | 0% | 602000,00 | 602000,00 | 0% | 140000,00 |

Рисунок 22. База данных с транспортными заявками клиентов (фрагмент)

Содержание столбцов:

- «Статус заявки»: данный столбец таблицы содержит качественную характеристику заявки, которая определяет факт выполнения или невыполнения компанией заказа клиента. Данное поле может принимать два значения: «Выполнена» и «Не выполнена». Стоит отметить, что весовые характеристики невыполненных заявок также заносятся в информационную систему;
- «Дата заявки»: данный столбец электронной таблицы содержит количественную характеристику заявки, которая определяет дату, на момент которой клиент сформировал заказ на транспортировку груза;
- «Номер акта»: данный столбец электронной таблицы содержит количественную характеристику заявки, которая определяет индивидуальный порядковый номер заказа клиента в информационной системе;

- «Дата погрузки»: данный столбец электронной таблицы содержит количественную характеристику заявки, которая определяет дату, на момент которой экспедитор осуществляет забор груза грузоотправителя;
- «Грузы»: данный столбец электронной таблицы содержит качественную характеристику заявки, которая определяет мастер-данные, содержащие наименования перевозимых грузов;
- «Масса груза, т»: данный столбец электронной таблицы содержит количественную характеристику заявки, которая определяет величину массы в тоннах для груза, заявленного в заказе клиента;
- «Сумма заказчика с НДС» и «Сумма заказчика без НДС, руб.»: данные столбцы электронной таблицы содержат количественную характеристику заявки, которая определяет денежную сумму, заплаченную грузоотправителем за выполнение транспортно-экспедиторским оператором рассматриваемого заказа;
- «Сумма перевозчика с НДС» и «Сумма перевозчика без НДС, руб.»: данные столбцы электронной таблицы содержат количественную характеристику заявки, которая определяет денежную сумму, заплаченную наёмной транспортной компанией (в случае аутсорсинга) или потраченную на её выполнение собственноручно (в случае инсорсинга), за выполнение транспортно-экспедиторской компанией рассматриваемого заказа;
- «Ставка НДС перевозчика, %» и «Ставка НДС заказчика, %»: данные столбцы электронной таблицы содержат количественную характеристику заявки, которая определяет величину налога добавленной стоимости в относительном выражении, возлагающийся на сумму перевозчика или заказчика. Как правило, данное поле принимает два значения: «0» (НДС не возлагается) или «20» (НДС возлагается);
- «Дельта без НДС, руб.»: данный столбец электронной таблицы содержит количественную характеристику заявки, которая определяет разность между денежными суммами заказчика и исполнителя. Другими словами, это прибыль, которую получает транспортно-экспедиторская компания за выполнение определённого заказа клиента.

Впоследствии электронная таблица Excel, полученная посредством запуска разработанного скрипта на базе SQL, используется для прогнозирования весовых характеристик транспортных заявок, которое будет воспроизводиться на платформе RStudio с использованием языка программирования R. Выбор данной платформы обусловлен отсутствием необходимости в привлечении сторонних специалистов для написания кода и требованием наименее возможного числа сотрудников и объёма времени для инициализации процедуры прогнозирования в ней в связи с простой её использования. Разработанный инструмент должен принимать полученную электронную таблицу в качестве входных данных и запускаться также одним из сотрудников финансово-экономического отдела.

Полученный прогнозный план потребности в транспортной инфраструктуре будет выгружаться из платформы «RStudio» в формате электронной таблицы Excel и загружаться в специально выделенную папку в локальной сети предприятия, чтобы предоставить транспортно-экспедиторским отделам возможность получения доступа к нему для принятия управленческих решений, связанных с планированием дополнительного объёма транспортной инфраструктуры для удовлетворения прогнозируемого спроса. Последующее сопоставление факта, фиксирующегося в информационной системе, и полученного прогноза, анализ расхождений между ними и поиск причинно-следственных связей в отклонениях могут быть также выполнены на платформе «RStudio» с помощью сопоставления двух столбцов с временными рядами факта и прогноза и расчёта абсолютных или относительных величин расхождений между ними. На основе проведённого анализа осуществляется ручная экспертная корректировка получаемых результатов прогнозирования, которая также проводится сотрудниками финансово-экономического отдела. Данный подход к распределению обязанностей и информационного обмена для обеспечения протекания нового бизнес-процесса оперативного планирования предполагает привлечение минимальное число только тех сотрудников, которые обладают необходимыми компетенциями для выполнения операций, лежащих в его пределах. Можно сказать, что исполнителем модифицированного бизнес-процесса оперативного планирования является финансово-экономический отдел, а его потребителями — транспортно-экспедиторские отделы.

Таким образом, бизнес-процесс «Оперативное планирование», совершенствование которого представляется отдельным блоком в цепочке бизнес-процессов первого уровня (*Рисунок 15*), теперь может быть сформулированным. Для достижения этой цели построим алгоритм операций, выполняемых в его пределах, представленный блок-схемой: (*Рисунок 23*):

1 часть (Формирование прогнозного плана)

Ручные корректировки

Начало

Финансово-экономический отдел

Запуск SQL-скрипта на платформе «DBeaver» для работы с базами данных «1С» с указанием временного периода выгрузки транспортных заявок в теле кода (Рисунок 21)

(руч.)

Финансово-экономический отдел

Указание пути в платформе «RStudio» к выгруженной электронной таблице Excel, представляющей временной ряд, состоящий из транспортных заявок клиентов с их характеристиками за указанный временной период (Рисунок 22)

(руч.)

Финансово-экономический отдел

Указание начальной даты полученного временного ряда (в формате ГГГГ/ММ/ДД)

(руч.)

Финансово-экономический отдел

Выбор предполагаемого уровня логистического сервиса для предстоящего периода (указание величины квантиля, который будет использован при прогнозировании)

(руч.)

Финансово-экономический отдел

Указание величины мощности собственного автопарка

(руч.)

Финансово-экономический отдел

Указание пути в платформе «RStudio» к прогнозируемому плану прошлых временных периодов (для части №2)

(руч.)

Финансово-экономический отдел

Инициализация представленного кода на платформе «RStudio» (Ctrl+Alt+R)

(руч.)

Приведение многомерного дневного временного ряда к одномерному месячному временному ряду с агрегацией данных по месячным квантилям, равным указанному предполагаемому уровню логистического сервиса

(автомат.)

Создание обучающей и тестовой выборок (по умолчанию: тестовая выборка равна половине последнего года)

(автомат.)

Очищение выборок от влиятельных выбросов

(автомат.)

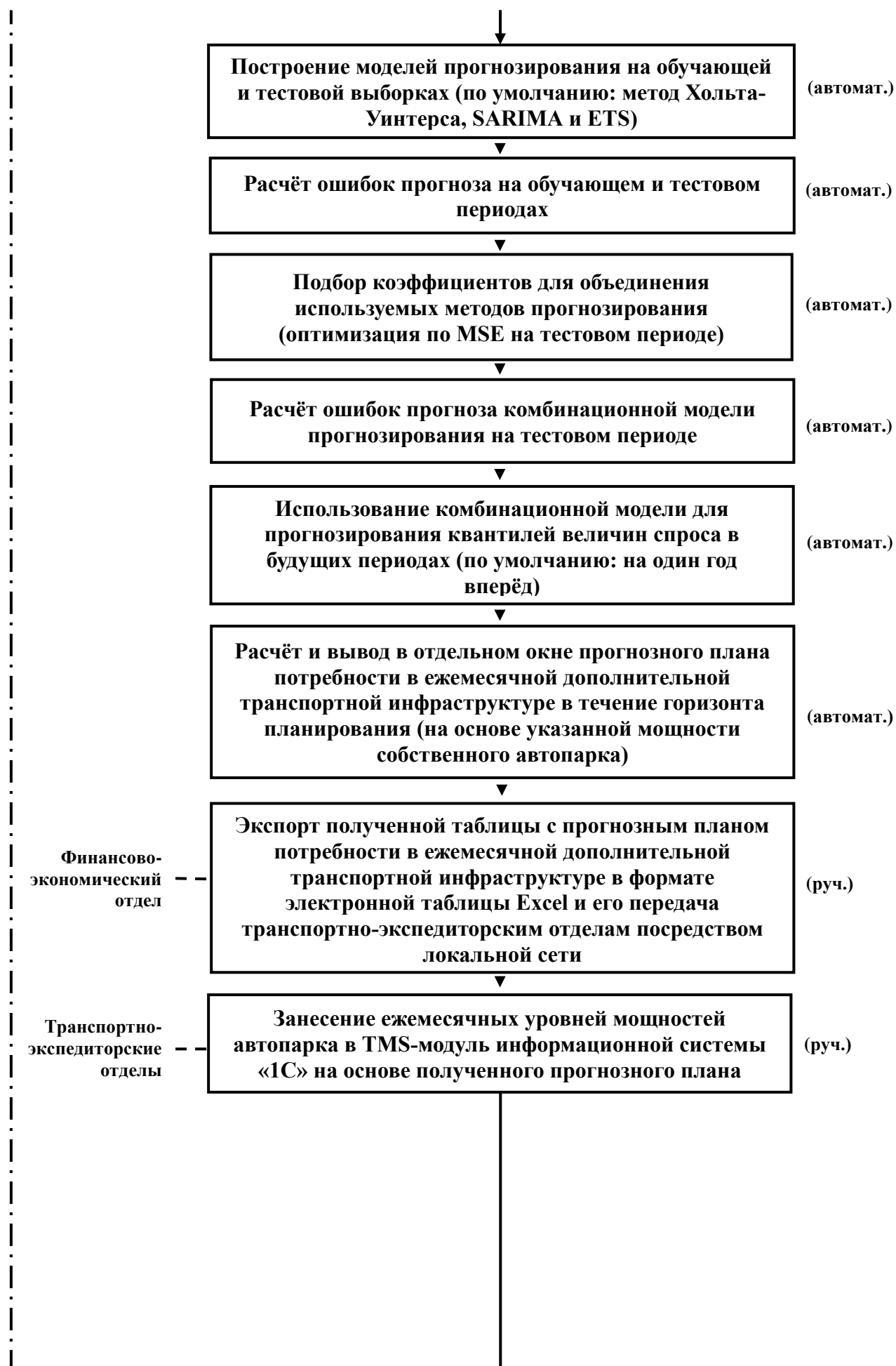




Рисунок 23. Блок-схема совершенного бизнес-процесса "Оперативное планирование"

3.2. Разработка системы прогнозирования весовых характеристик продукции для транспортировки в АО «РТ-Логистика»

В прошлом пункте текущей главы данной работы были упомянуты аспекты распределения обязанностей сотрудников отделов компании и организации информационного обмена для совершенствования бизнес-процесса оперативного планирования. Помимо этого, была указана платформа, на которой будет проводиться процедура прогнозирования. В этом пункте будет проведён разведочный анализ входных данных, отбор, использование и комбинация

статистических методов прогнозирования, а также извлечение прогнозного плана аутсорсинга транспортной инфраструктуры и вариация предполагаемого показателя логистического сервиса, заложенного в нём, с помощью инструмента «RStudio» и написанного для него кода, который будет продемонстрирован в приложениях в самом конце данной работы. В рамках исключения эффекта «чёрного ящика» код программы будет разработан с отображением промежуточных этапов процесса формирования прогнозного плана аутсорсинга транспортной инфраструктуры с целью получения возможности проведения анализа и введения необходимых корректировок в будущем на основании полученных результатов выполненных шагов кода.

В первую очередь, перед применением моделей прогнозирования следует произвести анализ параметров полученного временного ряда с целью отбора наиболее перспективных методов прогнозирования, имеющих наибольший потенциал на демонстрацию правдоподобных результатов. Таким образом, с помощью функционала библиотек платформы «RStudio» можно построить графическую интерпретацию временного ряда, состоящего из месячных 90%-ных квантилей ежедневных сумм весовых параметров выполненных и упущенных транспортных заявок для ОП «Владимир» в период с 2017 – 2019 года, предварительно удалив все пустые строки в данной выборке и вычислив 90%-ные квантили весовых характеристик перевозимых и пропущенных грузов с агрегацией рассчитываемой величины на месячные разрезы (**Рисунок 24**):

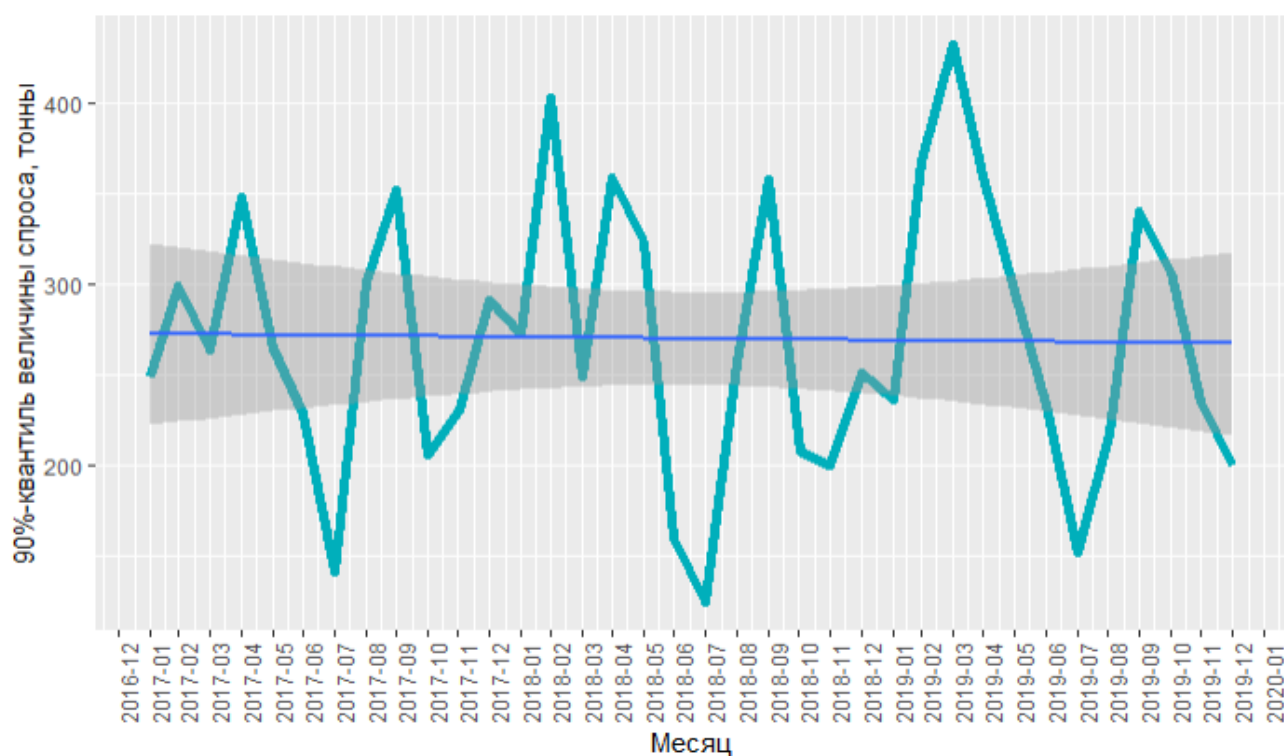


Рисунок 24. Динамика ряда месячных 90%-ных квантилей массы грузов из выполненных и невыполненных заявок с наложением линейного тренда

Исходя из графика динамики 90%-ных квантилей весовых характеристик выполненных и упущенных заявок клиентов можно сделать вывод о том, что тренд в построенном временном ряду, согласно довольно широкому доверительному интервалу, часто является крайне неустойчивым, поэтому можно считать, что он отсутствует, но, тем не менее, присутствуют яркие признаки сезонности. Особенно чётко выражены падения величины спроса в июле и ноябре, а также закономерные возрастания величины спроса в апреле и сентябре.

Тем не менее, следует провести более подробный анализ параметров временного ряда: его тренда, сезонности и остатков. Для достижения этой цели стоит обратиться к практике декомпозиции, которая позволит «вычленил» все его три компоненты для проведения отдельной оценки каждой из них (*Рисунок 25*):

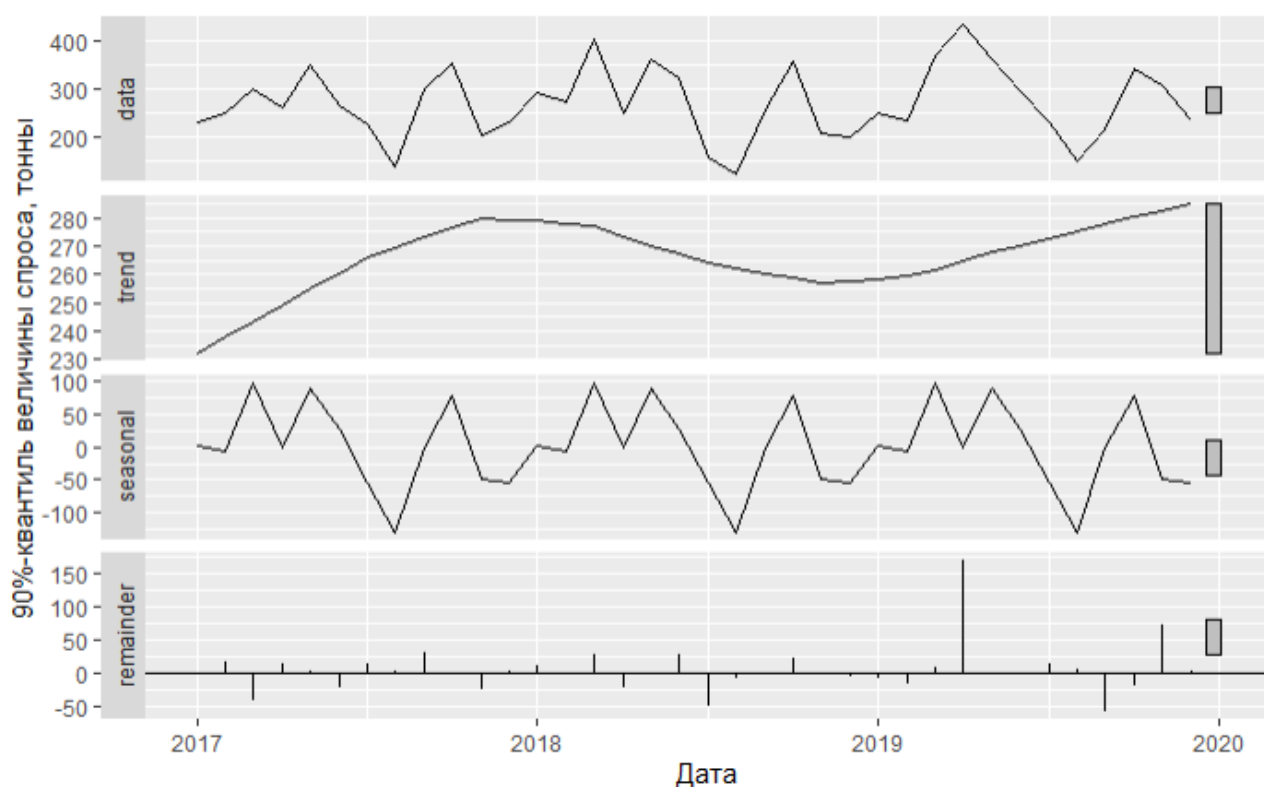


Рисунок 25. Декомпозиция построенного временного ряда

Исходя из приведённой декомпозиции можно сделать вывод о том, что тренд действительно был крайне нестабилен, варьируясь в диапазоне 90%-ных квантилей массы грузов от 230 тонн до 290 тонн, достигая своих локальных минимумов в начале 2017 и 2019 годов и своих максимумов в начале 2018 и 2020 годов. Тем не менее, во временном ряду присутствуют яркие сезонные закономерности: падения 90%-ных квантилей величины спроса в первых двух месяцах каждого года, июле и ноябре, а также их возрастания в марте, мае и октябре. Остатки были незначительными на протяжении всего исследуемого

периода, кроме двух, равным около 160 тонн и 75 тонн и зафиксированных в апреле и ноябре 2019 года соответственно. Состояние шума временного ряда говорит о том, что временной ряд хорошо объясняется такими компонентами, как тренд и сезонность, а также о том, что влияние случайных колебаний незначительно, что позволяет сделать вывод о том, что статистические методы прогнозирования хорошо справятся с поставленной задачей.

Тем не менее, с помощью функционала библиотек платформы «RStudio» можно «сгладить» влиятельные выбросы из временного ряда на основе построений функций Лоуесса, принципом работы которых является установка сглаживающей прямой между двумя переменными. После проведения данной процедуры декомпозиция временного ряда, избавленного от влиятельных выбросов, выглядит следующим образом (*Рисунок 26*):

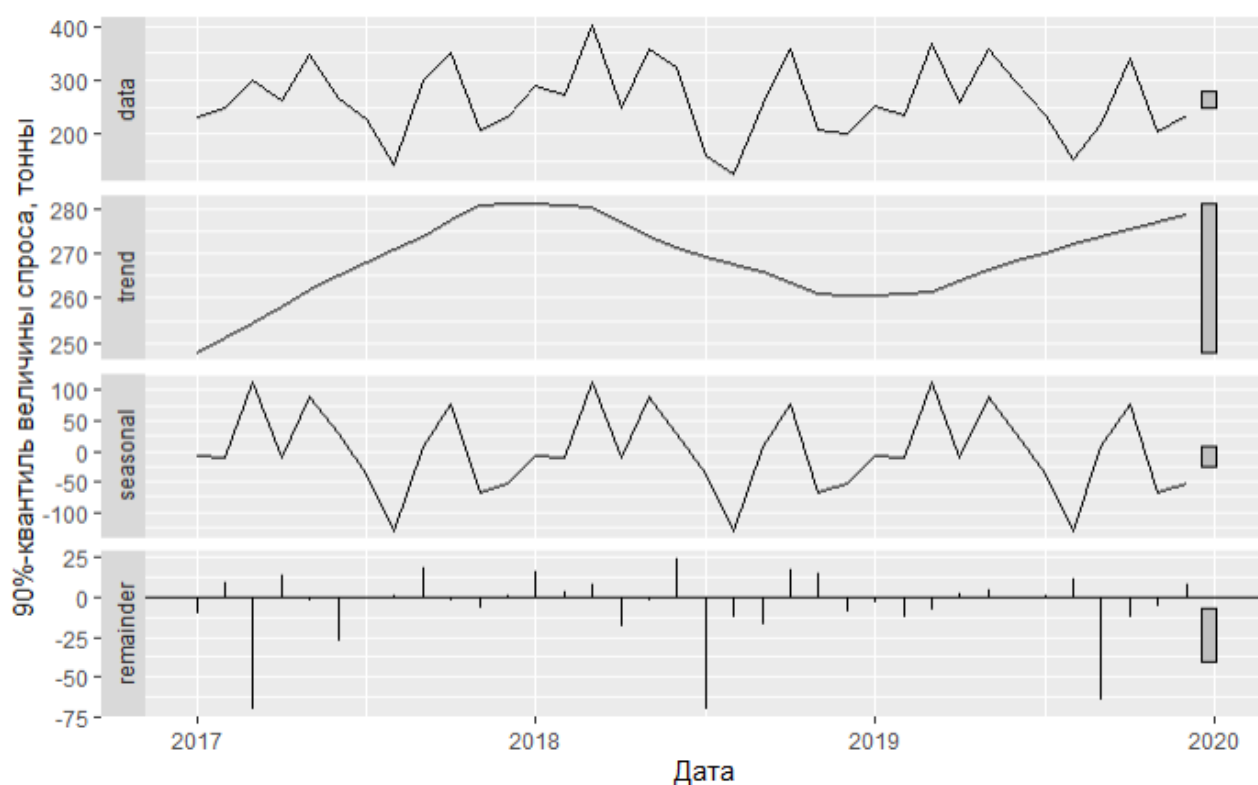


Рисунок 26. Декомпозиция "очищенного" временного ряда

Можно заметить, что колебания случайных величин уменьшились, и теперь все они не превышают 75 тонн по модулю, в то время как тренд стал также более стабилен на протяжении всего исследуемого временного периода с непревышением в его пределах колебаний месячных 90%-ных квантилей весовых характеристик заявок в 30 тонн по модулю. Полученная выборка позволит моделям прогнозирования продемонстрировать более объективный результат, на который не будет оказано влияние случайных факторов.

Таким образом, краткий разведочный анализ показал, что рассматриваемый временной ряд практически не обладает трендом и обладает

ярко выраженной сезонностью. Наиболее подходящие статистические инструменты прогнозирования для выборки с данным типом наблюдений будут те методы, которые предназначены для работы с сезонностью: ETS-модели, Хольт-Уинтерс и SARIMA. Для их применения необходимо разделение временного ряда на обучающий и тестовой периоды. Первый временной отрезок необходим моделям для изучения ими параметров временного ряда, выявления закономерностей его поведения и их подготовки к непосредственному процессу прогнозирования на втором временном отрезке, в пределах которого будет проверена эффективность работы каждого метода. Данная практика в сфере прогнозирования именуется методом «Ex-post», в основе которого лежит сопоставление спрогнозированных и фактических значений на тестовом отрезке временного ряда. На основе ошибок прогноза на обучающем и более важном тестовом периодах формируется заключение о потенциале использования каждой модели прогнозирования уже на непосредственно будущем временном отрезке, лишённого исторических данных. Предлагается разделение полученного временного ряда на соответствующие периоды (*Рисунок 27*):

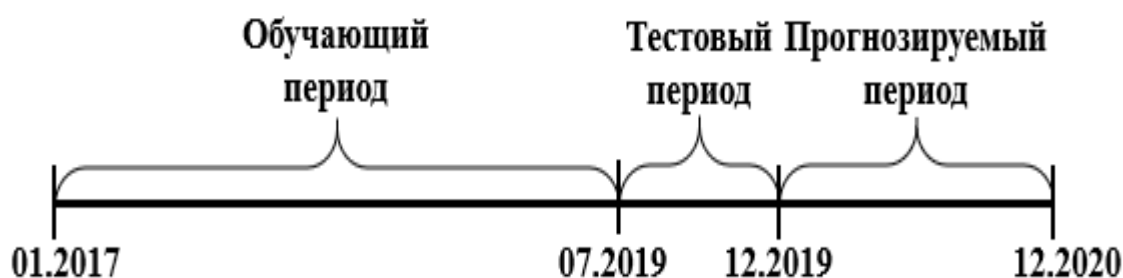


Рисунок 27. Разбиение полученного временного ряда на целевые периоды

Рассмотрим работу трёх отобранных методов прогнозирования на всём исследуемом периоде с построением разделителя для обучающего и тестового периодов (*Рисунок 28*):

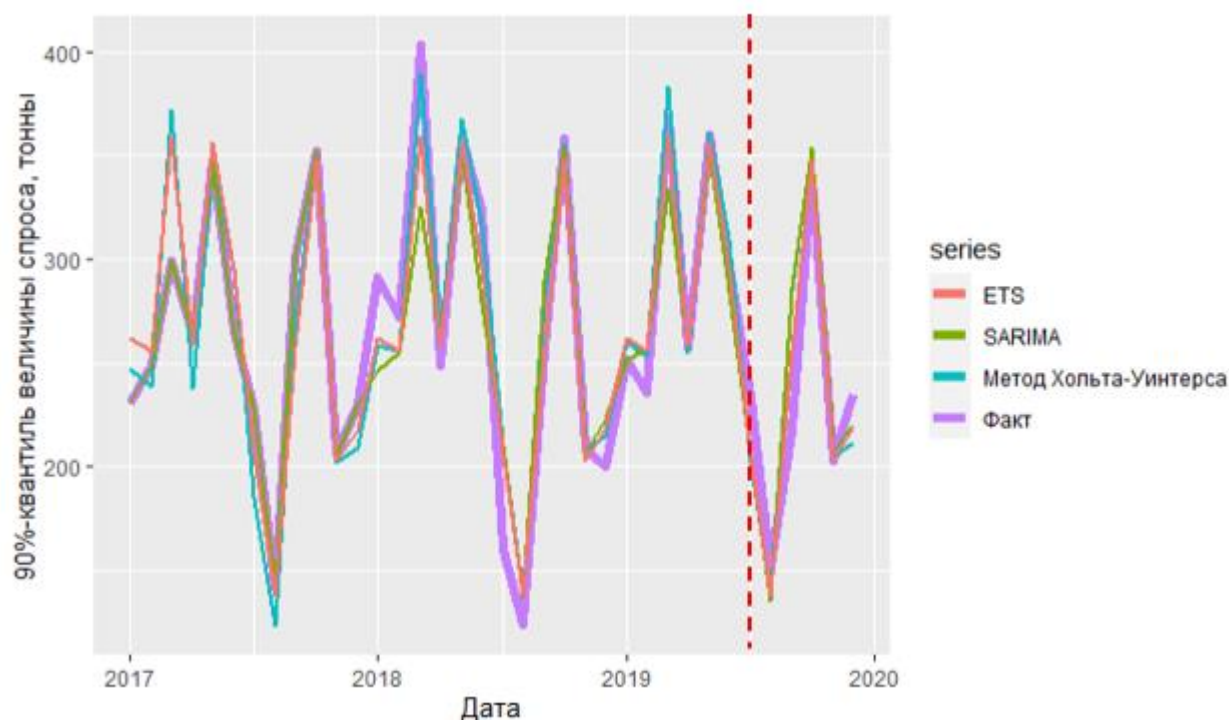


Рисунок 28. Визуализация работы трёх отобранных методов прогнозирования на всём протяжении временного периода

Таким образом, можно заметить, что отобранные модели прогнозирования хорошо справляются с задачей: они качественно повторяют паттерн динамики фактических 90%-ных квантилей весовых характеристик транспортных заявок клиентов. Однако, всё же наблюдаются некоторые неточности в их функционировании, которые замечаются при резком изменении направленности рассчитываемой величины, но они не так критичны.

Можно обратиться к Ex-post прогнозированию для оценки работы указанных моделей прогнозирования уже на тестовом периоде, начинающимся с июля 2019 года. Данная практика позволит нам сопоставить уже имеющийся факт с прогнозными значениями, полученными отдельными методами. Наложение прогнозов и факта для тестового периода выглядит следующим образом (**Рисунок 29**):

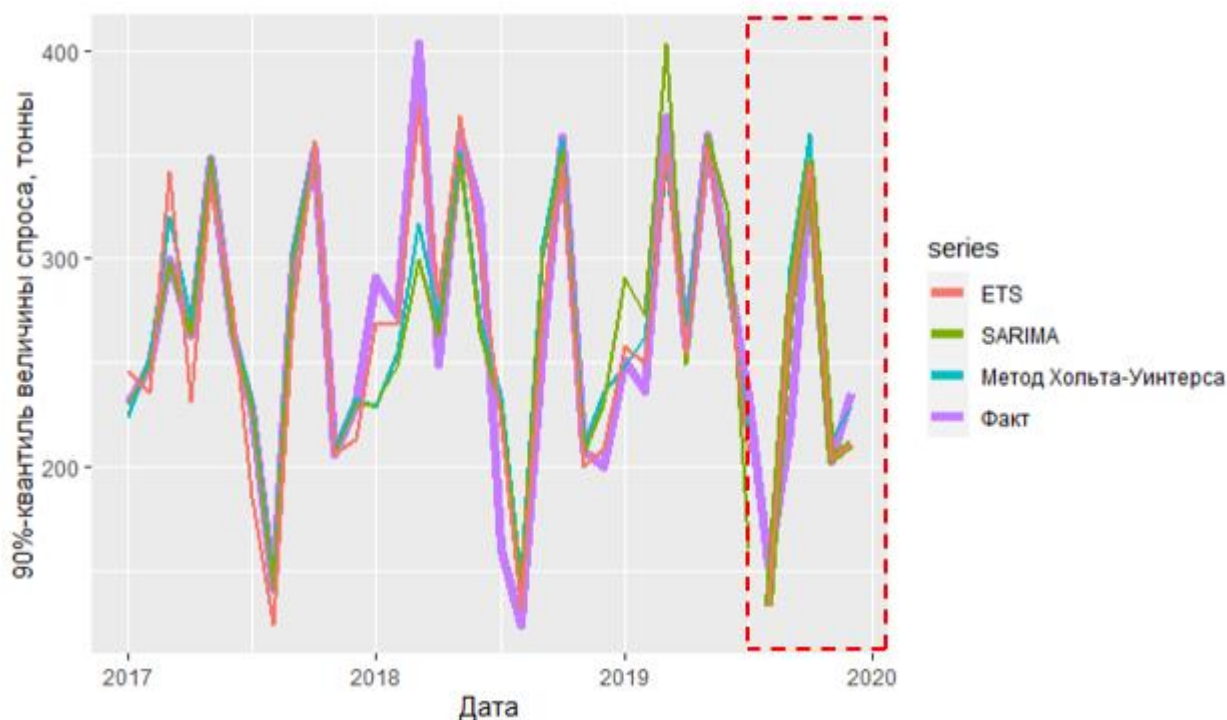


Рисунок 29. Визуализация прогнозирования методом "Ex-post"

В данном случае можно отметить, что все три модели прогнозирования хорошо показали себя относительно фактической динамики 90%-ных квантилей, а ETS-модель и SARIMA вовсе повторили свои паттерны. Действительно, присутствуют некоторые неточности в их работе, но в течение рассматриваемой половины года они продемонстрировали отличные прогнозные планы, соответствующие реальности.

Несмотря на положительную качественную оценку работы отобранных моделей прогнозирования, существует необходимость в проведении более точной количественной оценки. Ею являются ошибки прогноза на обучающем и тестовом (Ex-post) периодах. Тем не менее, перед тем как проводить оценку подходящих методов прогнозирования, стоит кратко описать математический смысл каждой ошибки, которая будет указана в таблицах:

- **МЕ (средняя ошибка).** Данный показатель определяет абсолютную среднюю величину отклонения: насколько в среднем в положительную или отрицательную сторону от факта сдвигается прогноз. В зависимости от знака индикатора, можно сделать заявление о том, был ли прогноз оптимистичным или пессимистичным. Формула расчёта данной ошибки выглядит следующим образом:

$$\frac{\sum(\text{факт} - \text{прогноз})}{n}, \quad (3.1)$$

где n – число наблюдений во временном ряду.

- MSE (среднеквадратическая ошибка). Данный показатель используется, когда есть необходимость в подчёркивании больших ошибок и выборе модели, дающей менее критичную ошибку прогноза. Практика её минимизации часто используется для подбора оптимальных коэффициентов в некоторых методах прогнозирования, что и будет сделано в данной работе функционалом используемой платформы. Формула расчёта данной ошибки выглядит следующим образом:

$$\frac{\sum(\text{факт}-\text{прогноз})^2}{n}, \quad (3.2.1)$$

где n – число наблюдений во временном ряду.

- RMSE (среднеквадратичная ошибка). Данный показатель представляет из себя просто квадратный корень из ошибки MSE. Квадратный корень введён для удобства представления величин. Формула расчёта данной ошибки выглядит следующим образом:

$$\sqrt{MSE}, \quad (3.2.3)$$

- MAE (средняя абсолютная ошибка). Данный показатель представляет больший интерес, нежели его предшественник MAE, в связи с тем, что остатки (факт – прогноз) в его формуле расчёта берутся под знак модуля, что говорит о том, что величины ошибок под разными знаками не будут уменьшать совокупную величину отклонения и тем самым будут накапливаться, демонстрируя более объективную оценку эффективности применения метода прогнозирования. Формула расчёта данной ошибки выглядит следующим образом:

$$\frac{\sum|\text{факт} - \text{прогноз}|}{n}, \quad (3.2.4)$$

где n – число наблюдений во временном ряду.

- MPE (средняя процентная ошибка). Данный показатель используется, когда необходимо определить, даёт ли модель прогноза последовательно завышенные прогнозы или последовательно заниженные прогнозы в относительном выражении. Если его значение больше нуля, то прогноз, в среднем, оказывался заниженным, если меньше нуля, значит – наоборот. Как правило, величины этой ошибки выражаются в процентах. Формула расчёта данной ошибки выглядит следующим образом:

$$\sum \frac{(\text{факт}-\text{прогноз})}{\text{факт}} / n * 100\%, \quad (3.2.5)$$

где n – число наблюдений во временном ряду.

- MAPE (средняя абсолютная ошибка в процентах). Данный показатель представляет больший интерес, нежели предыдущий, в связи с тем, что остатки (факт – прогноз) в его формуле расчёта берутся под знак модуля, что говорит о том, что величины ошибок под разными знаками не будут уменьшать совокупную величину отклонения и тем самым будут накапливаться, демонстрируя более объективную оценку эффективности применения метода прогнозирования. Это самая популярная и важная ошибка для оценки точности прогноза на практике. Как правило, величины этой ошибки выражаются в процентах. Формула расчёта данной ошибки выглядит следующим образом:

$$\sum \frac{|\text{факт} - \text{прогноз}|}{\text{факт}} / n * 100\%, \quad (3.2.6)$$

где n – число наблюдений во временном ряду.

Таким образом, ошибки прогноза обучающего и тестового периодов выглядят следующим образом (*Рисунок 30*):

Обучающий период:

| | ME | RMSE | MAE | MPE | MAPE |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|------|
| Метод Хольта-Уинтерса | 0.10 | 29.38 | 18.60 | -1.71 | 7.49 |
| SARIMA | 1.44 | 34.52 | 21.54 | -0.87 | 8.42 |
| ETS | 2.84 | 22.29 | 17.80 | 0.46 | 7.32 |

Тестовый период:

| | ME | RMSE | MAE | MPE | MAPE |
|-----------------------|-------|--------|--------|--------|-------|
| Метод Хольта-Уинтерса | 18.92 | 115.01 | 106.02 | -4.74 | 44.55 |
| SARIMA | 5.44 | 110.85 | 100.17 | -11.20 | 45.87 |
| ETS | 5.44 | 110.85 | 100.17 | -11.20 | 45.87 |

Рисунок 30. Ошибки прогноза

Исходя из приведённых таблиц ошибок прогноза можно сделать вывод о том, что в течение обучающего периода ETS стал неоспоримым лидером практически по всем показателям, Метод Хольта-Уинтерса занял второе место, а вот последняя позиция ушла SARIMA. На протяжении тестового периода довольно сложно выделить однозначного победителя: паттерны ETS и SARIMA вовсе совпали, что и отразилось на их величине ошибок прогноза, а метод Хольта-Уинтерса, несмотря на наименьший показатель наиболее важной MAPE и MPE, продемонстрировал большие значения остальных ошибок прогноза по сравнению с двумя предыдущими моделями.

Проведённая оценка ошибок прогноза на двух исследуемых периодах позволила определить, что все отобранные методы прогнозирования хорошо справляются со своей задачей на фоне друг друга. В данном случае довольно сложно выделить явного «аутсайдера», и именно поэтому все указанные модели будут направлены на проведение процедуры их комбинации. В случае с объединением инструментов прогнозирования будет использоваться простой способ, а не ретроспективный, так как полученный временной ряд не отличается столь большой длиной, требующей расстановки коэффициентов с целью снижения влияния на процесс комбинации его более старых периодов наблюдений. С помощью функционала библиотек платформы «RStudio» можно инициализировать процесс объединения моделей прогнозирования на основании минимизации показателя MSE на протяжении работы отобранных моделей прогнозирования на тестовом периоде (*Рисунок 31*):

| | ETS | SARIMA | Holt_winters |
|------|------|--------|--------------|
| [1,] | 0.33 | 0.33 | 0.33 |
| [2,] | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| [3,] | 0.48 | 0.00 | 0.52 |
| [4,] | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| [5,] | 0.36 | 0.27 | 0.37 |
| [6,] | 0.37 | 0.30 | 0.34 |

Рисунок 31. Коэффициенты комбинации моделей прогнозирования

Таким образом, с помощью нескольких итераций удалось установить оптимальное сочетание: значения месячных 90%-квантилей в прогнозных планах, полученных с помощью методов ETS и SARIMA будут умножены на коэффициенты 0,37 и 0,3 соответственно, а с помощью метода Хольта-Уинтерса - на 0,34, а комбинированным прогнозным планом будет являться сумма данных слагаемых. Именно данная совокупность коэффициентов будет заложена комбинационной модели, которая будет использоваться для прогнозирования в 2020 году.

Тем не менее, обратим внимание на то, как изменились ошибки прогноза тестового периода после объединения указанных методов прогнозирования согласно рассчитанным коэффициентам (*Рисунок 32*):

| | ME | RMSE | MAE | MPE | MAPE |
|----------|------|--------|--------|--------|-------|
| Test set | 5.32 | 109.65 | 100.11 | -10.58 | 45.73 |

Рисунок 32. Ошибки прогноза тестового периода комбинационной модели прогнозирования

Можно заметить, что произошло уменьшение величин отклонений всех отдельных использованных инструментов прогнозирования. Полученная объединённая модель отличается уменьшенной степенью влияния погрешностей, полученных конкретным методом.

Таким образом, прогнозный план 90%-ных квантилей весовых характеристик совокупной величины спроса на 2020 год, полученный с помощью применения комбинационной модели прогнозирования, выглядит следующим образом (*Рисунок 33*):

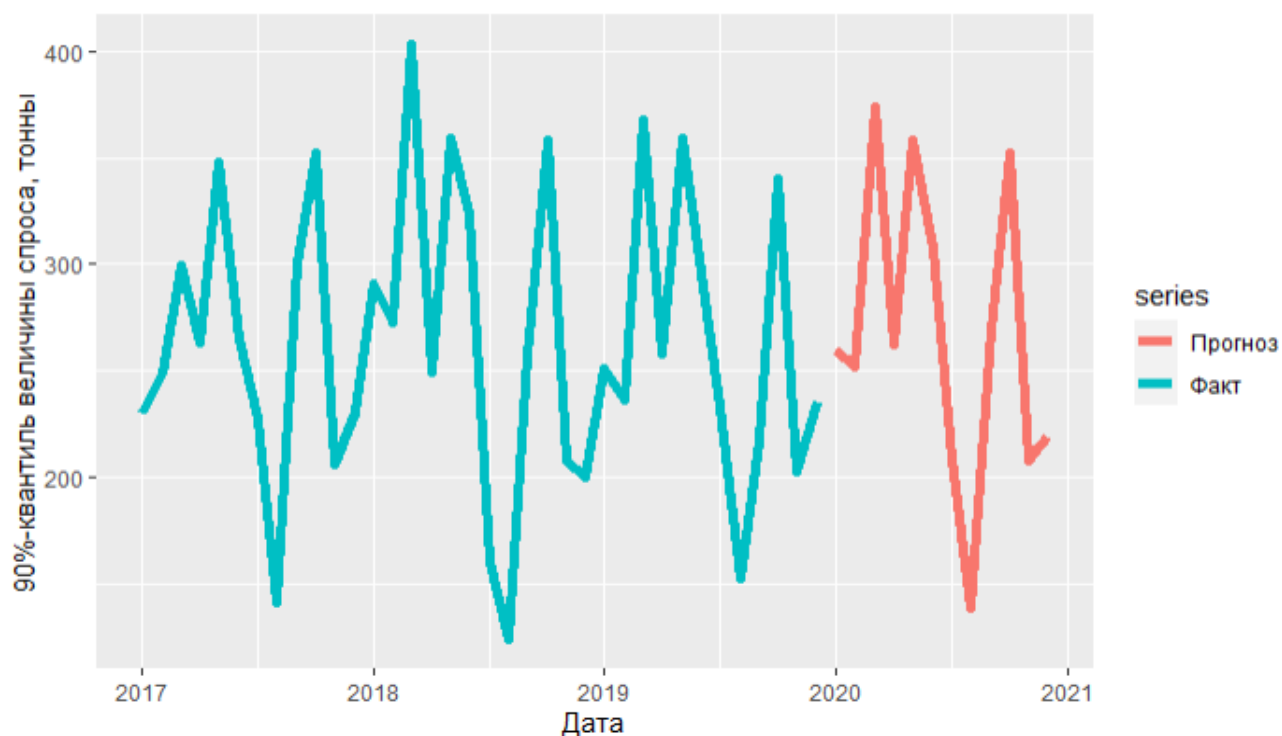
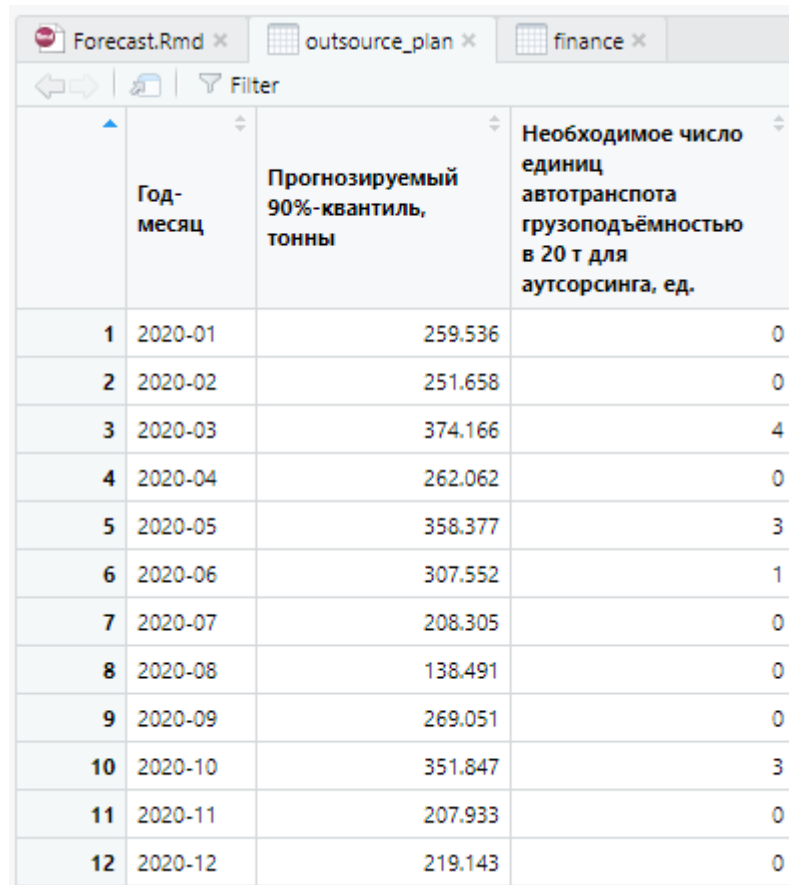


Рисунок 33. Прогноз 90%-ных квантилей массы груза транспортных заявок на 2020 год

Можно заметить, что прогноз хорошо повторяет динамику факта прошлых лет, который обладал установленными ранее компонентами. Другими словами, качественная оценка полученного прогнозного плана демонстрирует, что он релевантен.

На основе построенного прогноза 90%-ных квантилей весовых характеристик совокупной величины спроса в 2020 году в рамках использования базового функционала платформы «RStudio» можно осуществить оперативное планирование потребности в транспортной инфраструктуре для рассматриваемого логистического оператора в предстоящем году, в основе которого будет лежать расчёт необходимого числа КАМАЗов грузоподъемностью в 20 тонн или их аналогов для аутсорсинга на каждый конкретный месяц года исходя из текущей мощности собственного автопарка в размере 13 КАМАЗов грузоподъемностью в 20 тонн, способных к единовременной перевозке грузов массой в 260 тонн. Все перевозки из ОП

«Владимир» происходят в Европейской части России и, как правило, не занимают более 10 часов в связи с обслуживанием предприятий только близлежащих крупных городов, таких как Тула, Нижний Новгород и Москва, поэтому в рамках выполнения оперативного планирования делается допущение о том, что в начале каждого дня к выполнению заказов готовы все элементы автопарка компании, состоящего как из собственных фондов, так и арендованных. Таким образом, план потребности в аутсорсинге дополнительной транспортной инфраструктуры на 2020 год выглядит следующим образом (*Рисунок 34*):



| | Год- месяц | Прогнозируемый 90%-квантиль, тонны | Необходимое число единиц автотранспорта грузоподъемностью в 20 т для аутсорсинга, ед. |
|----|---------------|--|--|
| 1 | 2020-01 | 259.536 | 0 |
| 2 | 2020-02 | 251.658 | 0 |
| 3 | 2020-03 | 374.166 | 4 |
| 4 | 2020-04 | 262.062 | 0 |
| 5 | 2020-05 | 358.377 | 3 |
| 6 | 2020-06 | 307.552 | 1 |
| 7 | 2020-07 | 208.305 | 0 |
| 8 | 2020-08 | 138.491 | 0 |
| 9 | 2020-09 | 269.051 | 0 |
| 10 | 2020-10 | 351.847 | 3 |
| 11 | 2020-11 | 207.933 | 0 |
| 12 | 2020-12 | 219.143 | 0 |

Рисунок 34. План потребности в аутсорсинге транспортной инфраструктуры

Данная таблица может быть выгружена в формате электронной таблицы Excel с помощью функции «Экспорт данных» в рамках платформы «RStudio» для её последующей передачи посредством локальной сети компании транспортно-экспедиторским отделам. Согласно проведённому планированию потребности в транспортной инфраструктуре можно сделать вывод о том, что исходя из сформулированной методики квантильного прогнозирования необходимо арендовать на период одного месяца четыре КАМАЗа грузоподъемностью в 20 тонн или их аналогов в марте, три КАМАЗа грузоподъемностью в 20 тонн или их аналогов в мае, один КАМАЗ грузоподъемностью в 20 тонн или его аналога в июне и три КАМАЗа грузоподъемностью в 20 тонн или их аналогов в октябре.

Данная схема аутсорсинга автотранспорта предполагает, что 90% всего совокупного спроса потребителей будет удовлетворено в течение всего 2020 года, что сократит упущенные продажи в целом, повысить уровень клиентского сервиса и не повлечёт за собой возникновения чрезмерного объёма затрат.

Также хотелось бы отметить, что разработанный в рамках решения проблемы в данной работе код на языке программирования «R» может быть инициализирован с помощью одного сочетания клавиш «Ctrl+Alt+R». Также от начала компиляции кода до получения таблицы с планом потребности в транспортной инфраструктуре проходит около 17 секунд на компьютере со средними техническими характеристиками, что является превосходным результатом в рамках экономии временных ресурсов сотрудников рассматриваемого предприятия.

Полученный прогнозный план потребности в транспортной инфраструктуре может быть использован в настройках TMS-модуля информационной системы «1С», связанных с текущей мощностью автопарка. Таким образом, подпроцессы распределения рейсов по маршрутам и датам будут также полагаться на заранее сформированный прогнозный план (*Рисунок 15*), что, в свою очередь, облегчит работу алгоритмам и сделает их функционирование более эффективным, так как при преждевременном установлении уровня текущей мощности транспортной инфраструктуры на грядущий месяц устраняется необходимость в добавлении дополнительно арендованных транспортных средств. Отсутствие введения оперативных корректировок в величину объёма транспортной инфраструктуры гарантирует стабильное распределение рейсов по маршрутам и датам по причине того, что эта специфика не заставляет алгоритмы, заложенные в модуль информационной системы, получать разные входные данные и постоянно перестраивать свою работу в связи с этим фактом, что положительно сказывается на стабильности составления графика выполнения рейсов на периоды одну-две недели вперёд. Помимо этого, данная особенность позволит более качественно справляться с ситуациями, когда рейсы могут осуществляться по разным направлениям с неполностью загруженными грузовыми машинами, потому что возможны преждевременные выделение и распределение некоторого объёма транспортной инфраструктуры для их осуществления с чётким пониманием того, какая мощность автопарка остаётся на месте постоянной дислокации для закрытия транспортных заявок по основным направлениям грузоперевозок. Таким образом, помимо подготовки необходимой мощности транспортной инфраструктуры, полученный план прогнозный план аутсорсинга грузового автотранспорта также позволяет более качественно распределять рейсы по маршрутам и составлять устойчивый график их выполнения.

3.3. Сопоставление фактической величины спроса и планируемого объёма транспортной инфраструктуры в целевом году

Несмотря на получение окончательного плана аутсорсинга транспортных мощностей для 2020 года, в рамках блока «Анализ отклонений прогноза от факта и корректировка подхода к проведению процедуры прогнозирования» совершенного бизнес-процесса «Оперативное планирования» (*Ошибка! Источник ссылки не найден.*) и формированию экономического обоснования применения предлагаемого решения проблемы, найденной в бизнес-процессах фокусной компании в процессе выполнения работы, необходим расчёт экономического эффекта, получаемого с помощью обращения к разработанному решению. Таким образом, в пределах данного пункта третьей главы этой работы будут посчитаны доходы, которые могли бы быть дополнительно получены предприятием при использовании разработанной системы планирования в 2020 году, а также затраты, связанные с внедрением рассматриваемого решения и его реализацией. Расчёт указанных показателей позволит посчитать прибыль до налогообложения или экономический эффект, который мог бы быть зафиксирован компанией, если бы она обратилась к разработанной системе планирования потребности в транспортной инфраструктуре в целевом году.

Прежде всего, стоит обратиться к визуализации ежедневного факта и основанного на квантильном прогнозировании ежемесячного плана потребности в транспортной инфраструктуре в 2020 году, которая так же будет построена с помощью функционала библиотек платформы «RStudio». Указанная визуализация выглядит следующим образом (*Рисунок 35*):

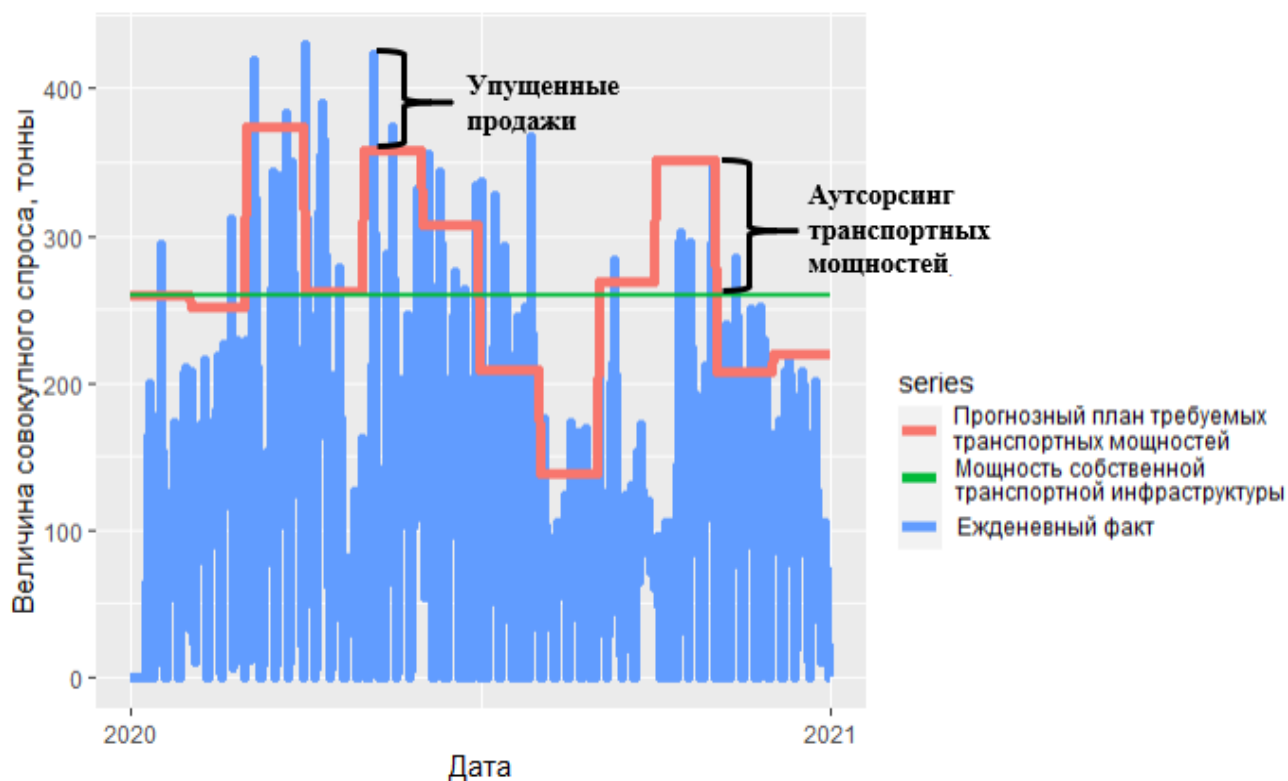


Рисунок 35. Сопоставление ежедневного факта и ежемесячной требуемой потребности в транспортной инфраструктуре

Таким образом, проводя качественную оценку эффективности предлагаемой системы планирования, можно заметить, что если бы компания воспользовалась предложенной системой планирования в 2020 году, то бы она смогла успешно выполнить подавляющее число транспортных заявок: динамика месячных уровней заявленного плана действительно хорошо повторяют динамику развития фактического совокупного спроса. Превышение величины спроса над величиной прогнозируемого плана требуемых транспортных мощностей влечёт за собой возникновение упущенных продаж, связанных с полным невыполнением или только частичным выполнением транспортной заявки клиента в рассматриваемый момент времени, а превышение величины прогнозируемого плана требуемых транспортных мощностей над величиной мощности собственного автопарка компании приводит к необходимости аренды дополнительных транспортных средств. Именно данная логика и будет лежать в основе дальнейших расчётов финансовых показателей, нужных для определения значения экономического эффекта.

Прежде чем приступить к количественной оценке эффективности предлагаемой системы планирования потребности в транспортной инфраструктуре стоит упомянуть формулу, с помощью которой и будет рассчитываться экономический эффект предлагаемого решения (все показатели измеряются в российских рублях):

Экономический эффект = Объём фактических упущенных продаж - Объём текущих упущенных продаж (при использовании системы планирования) - Затраты на привлечение дополнительного объёма транспортной инфраструктуры - Объём затрат на разработку SQL-скрипта. (3.3.1)

Таким образом, первые две переменные можно рассчитать, используя стандартный функционал платформы «RStudio» для работы с содержимым в колонках обрабатываемой базы данных: сначала вычисляются упущенные продажи в натуральном выражении как фактические, так и полученные при использовании разработанной системы планирования, а потом путём расчёта средней прибыли, получаемой компанией при перевозке 1 тонны груза, данные показатели могут быть представлены в финансовом эквиваленте. Касаясь двух последних переменных в формуле, можно сделать заявление о том, что для их калькуляции необходимо проведение исследований рынков аутсорсинга большегрузного автотранспорта во Владимире и ИТ-услуг.

Рассматривая стоимость аутсорсинга КАМАЗа грузоподъёмностью в 20 тонн или его аналога с квалифицированным водителем на одну смену, доступного для выполнения работ во Владимире, то цена данной услуги будет составлять около 11000 рублей [26]. При условии, что длительность автоперевозок, как правило, не превышает 10 часов, то ежедневная аренда одного 20-тоннажного транспортного средства и будет обходиться в указанную сумму, а ежемесячная - в 330000 рублей. Рассматривая стоимость разработки SQL-скрипта для работы с базами данных информационной системы «1С», то, при условии, что заказ выполняется для коммерческой организации и на создание инструмента уйдёт один рабочий день, то она составит около 19200 рублей [27]. Данная инвестиция является разовой: полученный SQL-скрипт может быть использован неограниченное число раз с изменением параметров его функционирования. Данные величины затрат будут использованы в расчётах показателей в дальнейшем.

Таким образом, применяя приведённые ранее формулу расчёта экономического эффекта и показатели затрат на реализацию предлагаемого решения, можно построить следующую таблицу с необходимыми индикаторами, которая так же может быть экспортирована в формате электронной таблицы Excel (*Рисунок 36*):

| | | | |
|--|----------|-----------------|-----------|
| Forecast.Rmd* x | | outsourc_plan x | finance x |
| Filter | | | |
| | Величина | | |
| Фактический уровень логистического сервиса, %: | 95 | | |
| Объём фактических упущенных продаж, тонны: | 3311 | | |
| Объём упущенных продаж при использовании прогнозного плана, тонны: | 1892 | | |
| Средняя выручка за перевозку 1 тонны груза, руб./тонна: | 11203 | | |
| Средние расходы за перевозку 1 тонны груза, руб./тонна: | 6394 | | |
| Средняя прибыль за перевозку 1 тонны груза, руб./тонна: | 4809 | | |
| Объём фактических упущенных продаж, руб.: | 15922599 | | |
| Объём упущенных продаж при использовании прогнозного плана, руб.: | 9098628 | | |
| Затраты на привлечение дополнительного объёма транспортной инфраструктуры, руб.: | 3740000 | | |
| Затраты на разработку SQL-скрипта, руб.: | 19200 | | |
| Экономический эффект использования прогнозного плана, руб.: | 3064771 | | |

Рисунок 36. Расчёт экономического эффекта предлагаемого решения

Согласно показателям, которые можно увидеть в приведённой таблице, можно сделать заявление о том, что если бы компания прибегла к разработанной системе планирования потребности в транспортной инфраструктуре в 2020 году и практике преждевременного аутсорсинга транспортных средств, то ей бы удалось существенно снизить объём упущенных продаж в натуральном и финансовом выражениях: чуть больше, чем в 2 раза. Разница между доходом, полученным от сокращения объёма весовых характеристик упущенных транспортных заявок, а также затрат, связанных с реализацией предлагаемой системы планирования, составила экономический эффект равный 3305221 рублям. Другими словами, совершенный бизнес-процесс «Оперативное планирование» стал результатом того, что компания смогла бы получить дополнительных 3305221 рублей в качестве прибыли до налогообложения в 2020 году в сегменте автоперевозок опасных грузов в ОП «Владимир».

Помимо этого, стоит обратить внимание на то, что план потребности в транспортной инфраструктуре основывался прогнозировании с использованием 90%-ных квантилей фактический уровень логистического сервиса составил 95%, что является отличным показателем и говорит о том, что предложенная система планирования действительно способна предоставить возможность рассматриваемой компании повысить показатель клиентского обслуживания даже выше изначально ожидаемого. Скорее всего, данный завышенный показатель объяснится снижением величины совокупного спроса в связи с распространением коронавирусной инфекции в 2020 году. В связи с тем, что

повышение предполагаемого уровня сервиса уже вряд ли увеличит экономический эффект от применения разработанного инструмента по причине сильно возрастающих затрат на аутсорсинг транспортной инфраструктуры и незначительного объёма оставшихся упущенных транспортных заявок, попробуем снизить предполагаемый уровень сервиса с 90% до 80%, выполняя процедуру прогнозирования с помощью 80%-ных квантилей с целью оценки нового прогнозного плана потребности в транспортной инфраструктуре и таблицы с расчётом финансовых показателей. После изменения входного показателя квантиля результатами инициализации кода стали следующими (*Рисунок 37*):

| Год- месяц | Прогнозируемый 80%-квантиль, тонны | Необходимое число единиц автотранспорта грузоподъёмностью в 20 т для аутсорсинга, ед. |
|---------------|--|--|
| 1 2020-01 | 239.006 | 0 |
| 2 2020-02 | 230.661 | 0 |
| 3 2020-03 | 349.546 | 3 |
| 4 2020-04 | 242.666 | 0 |
| 5 2020-05 | 335.988 | 2 |
| 6 2020-06 | 284.972 | 0 |
| 7 2020-07 | 188.304 | 0 |
| 8 2020-08 | 117.494 | 0 |
| 9 2020-09 | 242.850 | 0 |
| 10 2020-10 | 328.048 | 2 |
| 11 2020-11 | 185.547 | 0 |
| 12 2020-12 | 198.339 | 0 |

| | Величина |
|--|----------|
| Фактический уровень логистического сервиса, %: | 86 |
| Объём фактических упущенных продаж, тонны: | 3311 |
| Объём упущенных продаж при использовании прогнозного плана, тонны: | 2797 |
| Средняя выручка за перевозку 1 тонны груза, руб./тонна: | 11203 |
| Средние расходы за перевозку 1 тонны груза, руб./тонна: | 6394 |
| Средняя прибыль за перевозку 1 тонны груза, руб./тонна: | 4809 |
| Объём фактических упущенных продаж, руб.: | 15922599 |
| Объём упущенных продаж при использовании прогнозного плана, руб.: | 13450773 |
| Затраты на привлечение дополнительного объёма транспортной инфраструктуры, руб.: | 2387000 |
| Затраты на разработку SQL-скрипта, руб.: | 19200 |
| Экономический эффект использования прогнозного плана, руб.: | 65626 |

Рисунок 37. Прогнозный план и экономический эффект при использовании 80%-ого квантиля

Можно заметить, что в данном случае затраты на аутсорсинг транспортных средств действительно упали в связи с получившимся прогнозным планом с меньшим объёмом потребности в транспортных мощностях. Тем не менее, упущенные продажи возросли, что стало результатом того, что уровень логистического сервиса и реализуемая прибыль упали. Система планирования при заданных условиях функционирования по-прежнему формирует экономический эффект, однако намного меньший, чем при выполнении процедуры прогнозирования 90%-ыми квантилями. Данный факт говорит о том, что выбор 90%-ного квантиля в качестве настройки выполнения процедуры прогнозирования является хорошей практикой для компании, способной на

аутсорсинг более больших объёмов транспортных мощностей для удовлетворения клиентского спроса.

Таким образом, данное исследование становится заключением того, что разработанная система планирования потребности в транспортной инфраструктуре в рамках выполнения данной работы действительно стала решением критической проблемы, которая оказывала негативное влияние на финансовые показатели предприятия и его репутацию на рынке. Величина рассчитанного экономического эффекта стала количественным подтверждением воздвигнутой гипотезы.

Таким образом, можно построить схему разработанной системы планирования потребности в транспортной инфраструктуре для АО «РТ-Логистика», представляющую её элементов, их взаимосвязи и взаимодействие (*Рисунок 38*):

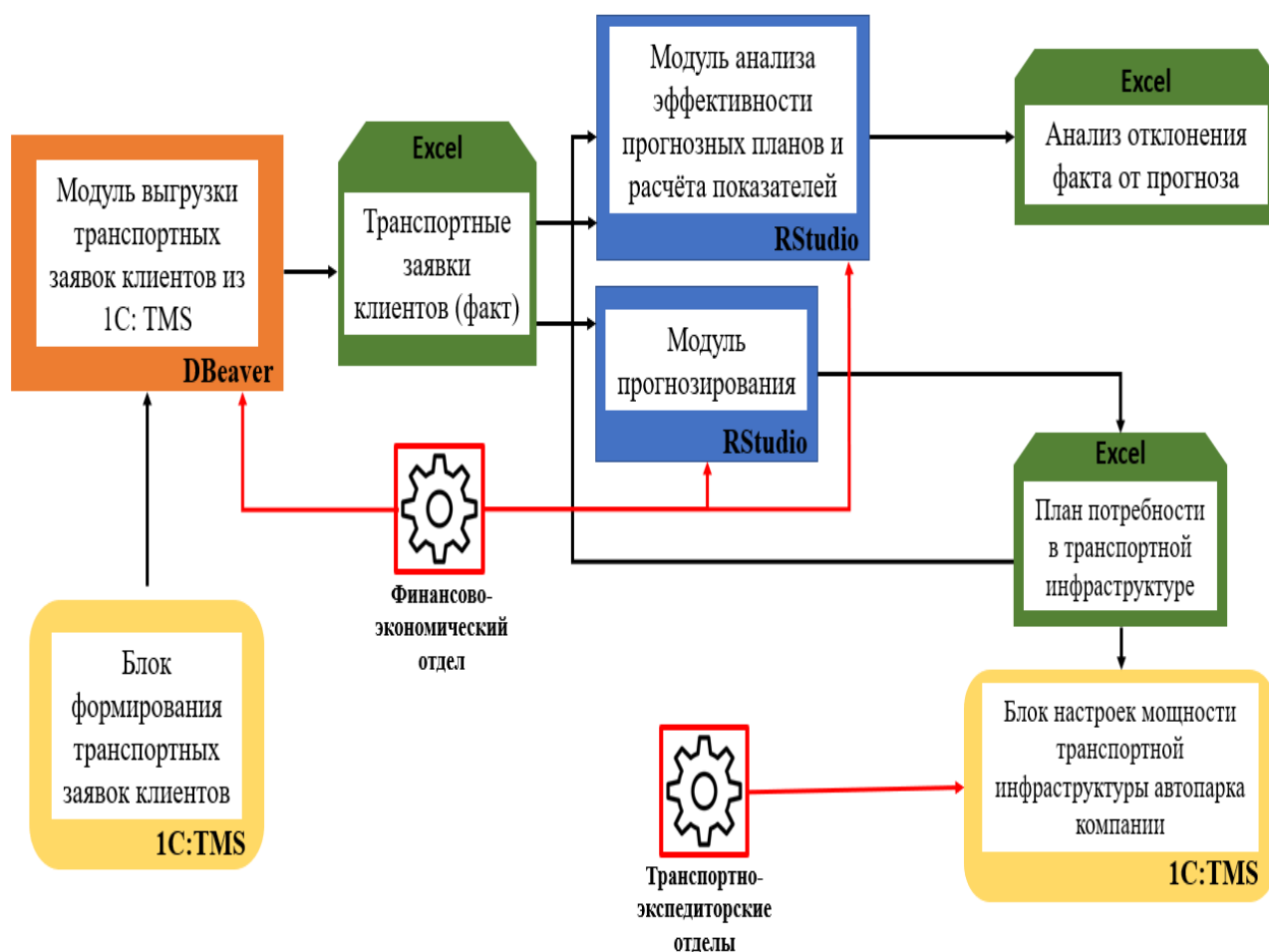


Рисунок 38. Система планирования для АО "РТ-Логистика"

3.4. Экономическое обоснование проведённых мероприятий на основе модели стратегической прибыли по Дюпону

Рассмотрим влияние выявленного экономического эффекта на финансовое состояние компании на одном из важнейших показателей, демонстрирующем эффективность какого-либо внедряемого бизнес-решения на каком-либо предприятии: доходности собственного капитала (ROE), показывающего, какой объём чистой прибыли приносит компания на вложенный капитал. Популярная модель стратегической прибыли от консалтинговой компании «DuPont», основывающаяся на данных из бухгалтерского баланса и отчёта о прибылях и убытках компании от 2020 года [28], предоставит возможность в наглядной презентации взаимозависимостей между финансовыми показателями предприятия и влияния их изменений в связи с использованием разработанной системы планирования на ранее указанный важный индикатор. Реализация вышеупомянутой модели для предлагаемого бизнес-решения выглядит следующим образом (*Рисунок 39*):

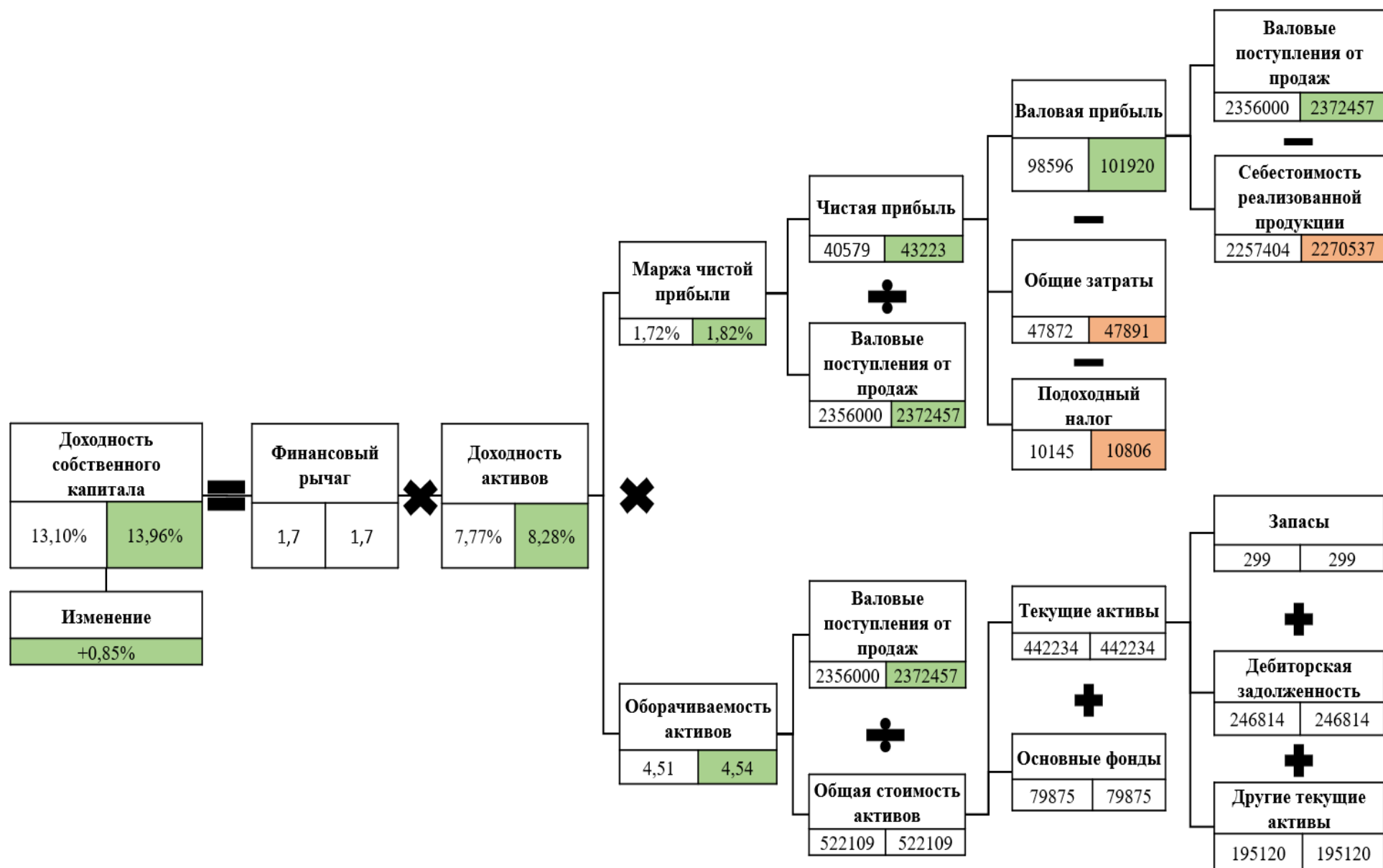


Рисунок 39. Модель Дюпона (в тыс. руб.)

Таким образом, можно заметить, что валовые поступления от продаж увеличились на 16457 тыс. руб. в связи с выполнением дополнительных заявок натуральном размере в 1469 тонн, появление которых удалось предсказать с помощью предложенной системы планирования. Тем не менее, выполнение большего числа транспортных заявок, а также обращение к практике аутсорсинга дополнительной транспортной инфраструктуры повлекли за собой увеличение себестоимости реализованной продукции на 13133 тыс. руб. Несмотря на существенное увеличение показателя себестоимости реализованной продукции, валовая прибыль всё равно увеличилась на 3324 тыс. руб. Общие затраты увеличились 19,2 тыс. руб. в связи с покупкой услуг ИТ-специалистов для разработки SQL-скрипта. Тем не менее, несмотря на увеличение показателя общих расходов, подоходный налог, размер которого составляет 20% от разности валовой прибыли и общих расходов, возрос на 661 тыс. руб. Изменения в финансовых показателях компании, описанных ранее, стали результатом увеличения чистой прибыли на 2644 тыс. руб., что в совокупности с увеличением валовых поступлений от продаж, повлекло за собой увеличение маржи чистой прибыли на 0,1%. Однако, стоит отметить, что никаких операций с оборотными и внеоборотными активами в рамках предлагаемого решения не проводилось, и, следовательно, в нижней части модели стратегической прибыли изменился показатель валовых поступлений от продаж на 16547 тыс. руб., что стало результатом повышения коэффициента оборачиваемости активов на 0,03. Таким образом, увеличение маржи чистой прибыли и повышение показателя оборачиваемости активов благоприятно повлияло на величину доходности активов компании – данный показатель возрос на 0,51%. Также стоит отметить, что величина финансового рычага в компании не изменилась в связи с тем, что никаких операций с капиталом и резервами, а также с краткосрочными и долгосрочными обязательствами не проводилось, что в совокупности с возросшей доходностью активов стало результатом увеличения доходности собственного капитала на 0,85%.

Таким образом, резюмируя применение такого инструмента, как модель стратегической прибыли Дюпона, можно заявить, что предложенная система планирования произвела благоприятное влияние на один из важнейших финансовых показателей: доходность собственного капитала. Его увеличение означает, что эффективность работы собственных средств собственников компании, инвестированных в предприятие, возросла. Другими словами, каждый рубль владельцев, вложенный в рассматриваемого логистического оператора, теперь приносит им большую сумму доходов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение хотелось бы сказать, что в рамках работы над данной работой все выдвинутые цели были достигнуты и все поставленные задачи выполнены. В процессе её написания удалось провести анализ хозяйственной деятельности АО «РТ-Логистика», включающий в себя рассмотрение организационного управления, конкурентного положения, финансово-экономического положения, логистической деятельности и имеющегося ИТ-обеспечения, а также поиск проблемных бизнес-процессов. Также были проведены анализ теоретических подходов к планированию логистической деятельности в компаниях с последующим выбором основы для будущей системы планирования в компании и реализация системы планирования потребности в транспортной инфраструктуре с помощью ИТ-инструментов наиболее экономичным образом в плане объёма затрачиваемых человеческих, финансовых и временных ресурсов с последующим обоснованием экономического эффекта от её предложения для АО «РТ-Логистика».

Результаты, достигнутые в процессе выполнения данной работы, позволят АО «РТ-Логистика» получить конкурентные преимущества на рынке путём получения дополнительной прибыли и улучшения качества предоставляемого логистического сервиса. Другими словами, предлагаемая система планирования, разработанная в рамках выполнения этого проекта, является одним из путей повышения эффективности функционирования рассматриваемой компании в условиях неопределённого будущего и современного бизнеса, который на сегодняшний день подвергается сильному влиянию со стороны применения специализированных ИТ-решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дыбская, В. В. Логистика в 2 ч. Часть 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. В. Дыбская, В. И. Сергеев ; под общей редакцией В. И. Сергеева. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 317 с.;
2. Департамент международного и регионального сотрудничества (2020): Транспортная сфера в контексте COVID-19, Дайджест, РФ, 54 с.;
3. Makridakis S, Spiliotis E, Assimakopoulos (2018). Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward. PLoS ONE 13(3): e0194889. Н, 26 p.;
4. Alfonso J. Pedraza-Martinez, Luk N. Van Wassenhove (2012): Transportation and vehicle fleet management in humanitarian logistics: challenges for future research, EURO J Transp Logist: 185–196 p.;
5. Emmanuel Olateju Oyatoye, T. V. O. Fabson (2011). A comparative study of simulation and time series model in quantifying bullwhip effect in supply chain, Management Serbian Journal of Management 6 (2), 145 – 154 p.;
6. Alberto Andreoni, Maria Nadia Postorino (2006), Time Series Models to Forecast Air Transport demand: a Study about a Regional Airport, 11th IFAC Symposium on Control in Transportation Systems Delft, The Netherlands, 101 – 106 p.;
7. Aiolfi M., Timmermann A. (2006). Persistence in forecasting performance and conditional combination strategies. Journal of Econometrics 135, 31-53 p.;
8. Магнус Я.Р (2005). Эконометрика: Начальный курс: Учебное пособие/ Я. Р. Магнус, П.К. Катышев, А. А. Пересецкий. - М.: Дело, 503 с.;
9. Borshchev and A. Filippov (2004). From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools. The 22nd International Conference of the System Dynamics Society, July 25 - 29, Oxford, England;
10. Ханк Д., Уичерн Д., Райтс А (2003). Бизнес-прогнозирование, 7-е изд. : пер. с англ. – М. : Вильямс, 656 с.;
11. Martin, C. A., and Witt, S. F. (2001). Forecasting Tourism Demand: a Comparison of the Accuracy of Several Quantitative Methods, International Journal of Forecasting 5, 7-19 p.;
12. Shungyao Yun, Chung-Rey Wang (2000), The Planning of Aircraft Routes and Flight Frequencies in an Airline Network Operations, Journal of Advanced Transportation, Vol. 3.5, No. I, p. 33-46;
13. Makridakis S., Wheelwright S., Hyndman R (1998). Forecasting Methods and Applications, - 3-е издание. – Wiley, 642 p.;

14. Sotiris N., Costas P (1998). New Methods for Combining Forecasts: Yugoslav Journal of Operations Research 8, 1-7 p.;
15. Batchelor, R., and Dua, P. (1995). Forecaster Diversity and the Benefits of Combining Forecasts. Management Science 41, 68-75 p.;
16. Новостное агентство при поддержке ПАО «АвтоВАЗ» «Лада.Онлайн» [Электронный ресурс]//Режим доступа: <https://xn--80aal0a.xn--80asehdb/auto-news/autovaz/5489-skolko-avtomobilej-vypustil-avtovaz-v-2019-godu.html>;
17. Аналитическое агентство «АВТОСТАТ» [Электронный ресурс]//Режим доступа: <https://www.autostat.ru/infographics/46967/>;
18. База финансовых документов российских коммерческих организаций «Audit-it.ru» [Электронный ресурс]//Режим доступа: https://www.audit-it.ru/buh_otchet/7708697381_ao-rt-logistika;
19. Фрагмент интервью с директором компании «1С» Нуралиев Борисом Георгиевичем от российского новостного агентства «Газета.ру» [Информационный ресурс]//Режим доступа: <https://www.gazeta.ru/business/2019/06/13/12412435.shtml>;
20. Официальный вебсайт информационной системы «1С» [Электронный ресурс]//Режим доступа: <https://solutions.1c.ru/catalog/tms/features>;
21. Образовательный портал, посвящённый машинному обучению, «Machine Learning Mastery» [Электронный ресурс]//Режим доступа: <https://www.machinelearningmastery.ru/decompose-time-series-data-trend-seasonality/>;
22. Официальный вебсайт платформы для управления базами данных «Oracle Database» [Электронный ресурс]//Режим доступа: <https://www.oracle.com/ru/database/>;
23. Официальный вебсайт платформы для управления базами данных «MySQL» [Электронный ресурс]//Режим доступа: : <https://www.mysql.com/>;
24. Официальный вебсайт платформы для управления базами данных «Microsoft SQLServer» [Электронный ресурс]//Режим доступа: <https://www.microsoft.com/ru-ru/sql-server/sql-server-2019>;
25. Официальный вебсайт платформы для управления базами данных «DBeaver» [Электронный ресурс]//Режим доступа: <https://dbeaver.io/about/>;
26. Официальный вебсайт сети региональных бизнес-партнёров «RegTorg.Ru» [Электронный ресурс]//Режим доступа: http://moskva.regorg.ru/goods/t858197-arenda_otkrytogo_gruzovogo_avto_15_tonn.htm;
27. Официальный вебсайт сервиса поиска специалистов «Profi.ru» [Электронный ресурс]//Режим доступа: https://profi.ru/it_freelance/subd-sql/price/;
28. Данные финансово-экономического отдела АО «РТ-Логистика»;

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Бухгалтерский баланс 2014–2020 годов

| Наименование показателя | Код | 31.12.2020 | 31.12.2019 | 31.12.2018 | 31.12.2017 | 31.12.2016 | 31.12.2015 | 31.12.2014 |
|--|-------------|---------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| АКТИВ | | | | | | | | |
| I. ВНЕОБОРОТНЫЕ АКТИВЫ | | | | | | | | |
| Основные средства | 1150 | 16199 | 13 554 | 16 501 | 16 893 | 16 398 | 20 249 | 24 221 |
| Доходные вложения в материальные ценности | 1160 | 35704 | 33 972 | 36 636 | 39 301 | 41 965 | 44 630* | 47 294 |
| Финансовые вложения | 1170 | 26912 | 1 000 | 31 000 | 31 000 | 46 750 | 33 640 | 1 020 |
| Отложенные налоговые активы | 1180 | 874 | 2 097 | 1 385 | 1 862 | 5 543 | 1 092 | 3 948 |
| Прочие внеоборотные активы | 1190 | 186 | 1 059 | 162 | 1 251 | 213 | 233 | 288 |
| Итого по разделу I | 1100 | 79875 | 51 682 | 85 684 | 90 307 | 110 869 | 99 844 | 76 771 |
| II. ОБОРОТНЫЕ АКТИВЫ | | | | | | | | |
| Запасы | 1210 | 299 | 2 735 | 1 144 | 595 | 209 313 | 374 | 140 |
| Налог на добавленную стоимость по приобретенным ценностям | 1220 | 97 | 1 438 | 274 | 82 | 1 118 | 121 | 768 |
| Дебиторская задолженность | 1230 | 246814 | 650 733 | 383 687 | 234 243 | 367 870* | 308 518 | 447 841* |
| Финансовые вложения (за исключением денежных эквивалентов) | 1240 | 29517 | 0 | 119 000 | 213 646 | 49 692 | 36 896 | 23 688 |
| Денежные средства и денежные эквиваленты | 1250 | 164533 | 369 246 | 159 566 | 116 193 | 237 622 | 205 666 | 112 724 |
| Прочие оборотные активы | 1260 | 974 | 135 | 84 | 293 | 168 | 1 217 | 758 |
| Итого по разделу II | 1200 | 442234 | 1 024 287 | 663 755 | 565 052 | 865 783 | 552 792 | 585 919 |
| БАЛАНС | 1600 | 522109 | 1 075 969 | 749 439 | 655 359 | 976 652 | 652 636 | 662 690 |
| ПАССИВ | | | | | | | | |
| III. КАПИТАЛ И РЕЗЕРВЫ | | | | | | | | |
| Уставный капитал (складочный капитал, уставный фонд, вклады товарищей) | 1310 | 4000 | 5 000 | 5 000 | 5 000 | 5 000 | 5 000 | 5 000 |

| | | | | | | | | |
|--|-------------|---------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Добавочный капитал (без переоценки) | 1350 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Резервный капитал | 1360 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Нераспределенная прибыль (непокрытый убыток) | 1370 | 305467 | 366 351 | 384 735 | 414 168 | 339 311 | 381 834* | 340 427 |
| Итого по разделу III | 1300 | 309667 | 371 601 | 389 985 | 419 418 | 344 561 | 387 084* | 345 677 |
| IV. ДОЛГОСРОЧНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА | | | | | | | | |
| Отложенные налоговые обязательства | 1420 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Итого по разделу IV | 1400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| V. КРАТКОСРОЧНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА | | | | | | | | |
| Кредиторская задолженность | 1520 | 208013 | 695 334 | 353 174 | 228 434 | 625 413 | 260 016 | 302 244 |
| Оценочные обязательства | 1540 | 4429 | 9 034 | 6 280 | 7 507 | 6 678 | 5 536 | 14 769 |
| Прочие обязательства | 1550 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Итого по разделу V | 1500 | 212442 | 704 368 | 359 454 | 235 941 | 632 091 | 265 552 | 317 013 |
| БАЛАНС | 1700 | 522109 | 1 075 969 | 749 439 | 655 359 | 976 652 | 652 636 | 662 690 |

Приложение 2. Код, написанный в рамках разработки системы планирования на платформе «RStudio»

```
---
author: Елисеев Арсений (БЛГ-172)
---
#1) Подготовка данных к анализу: ##Подключение необходимых библиотек
```{r} library(tidyverse) library(forcats) library(scales) library(readr) library(dplyr) library
(ggplot2) library(knitr) library(readxl) library(janitor)

library(xts) library(scales) library(ggfortify) library(lubridate) library(ggrepel)
library(readr) library(forecast) library(broom) library(GGally) library(forcats) library(tidyr)
library(car) library(memisc) library(gridExtra) library(sarima) library(opera) library(zoo)
library(TSstudio)
```

##Загрузка базы данных
```{r}
transport <- read_excel("C:/Users/Я/Desktop/Диплом/Материалы/Transport.xlsx") summary(transport)
```

##Удаление пустых строк в базе данных
```{r}
transport %>% remove_empty("rows")
```

## Приведение дневного датасета к месячному временному ряду с агрегацией данных по месячным 90%-
квантилям
```{r}
transport$`Масса груза, т` <- as.numeric(transport$`Масса груза, т`)
transport$`Дата заявки` <- as.Date(transport$`Дата заявки`, format = "%Y-%m-%d") date_set <-
as.data.frame(cbind(seq(as.Date("2017/01/01"), by = "day", length.out = 1461), rep(0, 1461)))
colnames(date_set) <- c("Дата заявки", "Mass")
date_set$`Дата заявки` <- as.Date(date_set$`Дата заявки`, origin = "1970/01/01") date_set$`Дата
заявки` <- as.Date(date_set$`Дата заявки`)
transport_full <- full_join(date_set, transport, by = "Дата заявки")

transport_full[is.na(transport_full)] <- 0
transport_end <- transport_full %>% group_by(`Дата заявки`) %>% summarize (Mass = sum(`Масса груза,
т`))
names(transport_end)[names(transport_end) == 'Дата заявки'] <- 'Date'

transport_final <- transport_end %>%
mutate(month = format(Date, "%m"), year = format(Date, "%Y")) %>% group_by(month, year) %>%
summarise(Quant = quantile(Mass, 0.9))

transport_final$Date <- as.yearmon(paste(transport_final$year, transport_final$month), "%Y
%m")
transport_final <- transport_final[, c(4, 3)]
transport_final <- transport_final[order(as.Date(transport_final$Date, format="%d/%m/")),]
transport_final$Date <- as.Date(transport_final$Date, format = "%Y-%m-%d")
```

#2) Разведочный анализ:
```{r message = FALSE, warning = FALSE} transport_final[2:37, ] %>% ggplot(aes(x=as.POSIXct(Date),
y=Quant)) + xlab ("Месяц") +
ylab ("90%-квантиль величины спроса, тонны") + geom_line (color = "#00AFBB", size =2)+
scale_x_datetime(labels = date_format("%Y-%m"), breaks = date_breaks("months")) + theme(axis.text.x
= element_text(angle = 90)) +
geom_smooth(method = "lm")
```

```{r}
transport_final1 <- transport_final[1:37, 2]
transport_ts <- ts(transport_final1, frequency = 12, start=c(2017,1,01), end=c(2019,12,01))
```



```

transport_ts %>%
stl(t.window=12, s.window="periodic", robust=TRUE) %>% autoplot()+
xlab ("Дата") +
ylab ("90%-квантиль величины спроса, тонны")
```

# 3) Прогнозирование:

## Создание обучающей и тестовой выборки
```{r}
transport_learn1 <- slice(transport_final, 1:31)
transport_learn <- ts(transport_learn1[c(2)], frequency = 12, start=c(2017,1), end=c(2019,7))
```

## Очищение выборок от влиятельных выбросов
```{r}
transport_ts_clean <- tsclean(transport_ts, replace.missing = TRUE, lambda = NULL)
transport_learn_clean <- tsclean(transport_learn, replace.missing = TRUE, lambda = NULL)
transport_ts_clean %>%
stl(t.window=12, s.window="periodic", robust=TRUE) %>% autoplot()+
xlab ("Дата") +
ylab ("90%-квантиль величины спроса, тонны")
```

## Построение моделей на обучающей выборке
```{r}
holtwinters_full <- hw(transport_ts_clean, h = 12) sarima_full <- auto.arima(transport_ts_clean)
ets_full <- stlf(transport_ts_clean)
```

## Визуализация моделей прогнозирования на обучающем периоде
```{r} transport_ts_clean %>%
autoplot (series = "Факт", size = 2) +
autolayer(holtwinters_full$fitted, series = 'Метод Хольта-Уинтерса', size = 1,7) +
autolayer(sarima_full$fitted, series = 'SARIMA', size = 1,7) + autolayer(ets_full$fitted, series =
'ETS', size = 1,7)+
xlab ("Дата") +
ylab ("90%-квантиль величины спроса, тонны")
```

## Расчёт ошибок обучающих периодов
```{r warning = FALSE}
holtwinters_learn <- hw(transport_learn_clean, h = 12) sarima_learn <-
auto.arima(transport_learn_clean) ets_learn <- stlf(transport_learn_clean)

error_learning <- rbind(accuracy(holtwinters_learn), accuracy(sarima_learn), accuracy(ets_learn))

rownames(error_learning) <- c('Метод Хольта-Уинтерса', 'SARIMA', 'ETS') round
(error_learning, digits = 2)
```

## Построение моделей прогнозирования на тестовом периоде
```{r}
holtwinters_expost <- hw(transport_learn_clean, h = 5) sarima_expost <-
forecast(transport_learn_clean, h = 5) ets_expost <- forecast(transport_learn_clean, h = 5)
```

## Визуализация моделей прогнозирования на тестовом периоде
```{r warning = FALSE} transport_ts_clean %>%
autoplot (series = "Факт", size = 2) +
autolayer(holtwinters_expost$mean, series = 'Метод Хольта-Уинтерса', size = 1,7, PI = FALSE) +
autolayer(holtwinters_learn$fitted, series = 'Метод Хольта-Уинтерса', size = 1,7, PI = FALSE) +
autolayer(sarima_expost$mean, series = 'SARIMA', size = 2, PI = FALSE) +
autolayer(sarima_learn$fitted, series = 'SARIMA', size = 1,7, PI = FALSE)+
autolayer(ets_expost$mean, series = 'ETS', size = 1,7, PI = FALSE)+ autolayer(ets_learn$fitted,
series = 'ETS', size = 1,7, PI = FALSE)+
xlab ("Дата") +
ylab ("90%-квантиль величины спроса, тонны")

```

```

```
## Расчёт ошибок тестового периода
```{r warning = FALSE}
error_testing <- rbind(accuracy(transport_ts_clean[31:37], holtwinters_expost$mean),
accuracy(transport_ts_clean[31:37], sarima_expost$mean),
accuracy(transport_ts_clean[31:37], ets_expost$mean)) rownames(error_testing) <- c('Метод Хольта-
Уинтерса', 'SARIMA', 'ETS') round (error_testing,digits = 2)
```

## Комбинация моделей прогнозирования на тестовом периоде
```{r warning = FALSE}
test <- window (transport_ts_clean, start=c(2019,7), end = c(2020, 1))
comb <- cbind(ETS=ets_expost$mean, SARIMA=sarima_expost$mean, Holt_Winters =
holtwinters_expost$mean)
MLpol10 <- mixture(model = "MLpol", loss.type = "square") weights <- predict(MLpol10, comb, test,
type='weights')

round(weights, digits=2)
```

## Расчёт ошибок комбинации моделей прогнозирования на тестовом периоде
```{r}
combination <- (ets_expost$mean*weights[nrow(weights),1] +
sarima_expost$mean*weights[nrow(weights),2] + holtwinters_expost$mean*weights[nrow(weights),3])
error_doubletesting <- rbind(accuracy(transport_ts_clean[31:37],combination)) round
(error_doubletesting,digits = 2)
```

## Использование комбинации моделей для прогнозирования потребности в 2020 году
```{r}
transport_final1 <- transport_final[1:37, 2]
transport_ts <- ts(transport_final1, frequency = 12, start=c(2017,1,01), end=c(2019,12,01))
transport_ts_clean <- tsclean(transport_ts, replace.missing = TRUE, lambda = NULL)
holtwinters_final <- hw(transport_ts_clean, h = 12)
sarima_final <- forecast(transport_ts_clean, h = 12) ets_final <- forecast(transport_ts_clean, h =
12)

forecast_final <- (ets_final$mean*weights[nrow(weights),1] +
sarima_final$mean*weights[nrow(weights),2] + holtwinters_final$mean*weights[nrow(weights),3])
transport_ts_clean %>%
autoplot (series = "Факт", size = 2) + autolayer(forecast_final, series = 'Прогноз', size = 2)+ xlab
("Дата") +
ylab ("90%-квантиль величины спроса, тонны")
```

# 3) Сопоставление факта и прогноза:
## Визуализация факта и прогноза:
```{r}
holtwinters_final <- hw(transport_ts_clean, h = 12) sarima_final <- forecast(transport_ts_clean, h
= 12) ets_final <- forecast(transport_ts_clean, h = 12)
forecast_final <- (ets_final$mean*weights[nrow(weights),1] +
sarima_final$mean*weights[nrow(weights),2] + holtwinters_final$mean*weights[nrow(weights),3])

forecast_reshape <- ts_reshape(forecast_final, type = "wide", frequency = NULL)

transport_xts <- cbind(transport_final[37:48, 1], forecast_reshape[,2])
names(transport_xts)[names(transport_xts) == "forecast_reshape[, 2]"] <- "Mass" de <-
data.frame("2021-01-01", "0")
names(de) <-c("Date", "Mass")
de$Date <- as.Date(de$Date, format="%Y-%m-%d") de$Mass <- as.numeric(de$Mass)
de$Mass <- 0
transport_xts <- rbind(transport_xts, de)
transport.xts <- xts(transport_xts$Mass,order.by = transport_xts$Date)
transport_plan <- na.locf(merge(transport.xts, foo=zoo(NA, order.by=seq(start(transport.xts),
end(transport.xts),
"day",drop=F))),[, 1])

```

```

transport_plan <- data.frame(Date=index(transport_plan), Mass = coredata(transport_plan))

transport_level <- transport_plan transport_level[,2] <- 260
transport_end_2020 <- slice(transport_end, 1096:1461)
transport_ts_2020 <- ts(transport_end_2020[c(2)], frequency = 365, start=c(2020,1, 1),
end=c(2021,1, 1))
transport_ts_plan <- ts(transport_plan[c(2)], frequency = 365, start=c(2020,1, 1), end=c(2021, 1,
1))
transport_ts_level <- ts(transport_level[c(2)], frequency = 365, start=c(2020,1, 1), end=c(2021, 1,
1))
transport_ts_2020 %>%
autoplot (series ="Прогнозный план требуемых транспортных мощностей", size = 2) +
autolayer(transport_ts_plan, series = 'Ежедневный факт', size = 2) + autolayer(transport_ts_level,
series = 'Мощность собственной
транспортной инфраструктуры', size = 1) + xlab ("Дата") +
ylab ("Величина совокупного спроса, тонны")
```

## Расчёт показателей:

```
`{r warning = FALSE message = FALSE} transport_plan_ad <- transport_plan[1:366,2]
missed_sales <- transport_plan_ad[transport_plan_ad>260] - transport_end_2020[,2] missed_sales <-
sum(missed_sales[missed_sales<0])

missed_sales <- round(missed_sales*(-1), digits = 0) ##Извлечение упущенных продаж в тоннах при
использовании прогнозного плана

service_fact <- sum(transport_end_2020[,2]) - missed_sales service_fact <- service_fact /
sum(transport_end_2020[,2])
service_fact <- round (service_fact*100, digits = 0) ##Расчёт фактического уровня сервиса

transport_done <- transport[1:9172,] %>% filter(transport[1:9172,]$`Статус заявки` == "Выполнена")
average_income <- round(sum(transport_done[,8])/ sum(transport_done[,6]), digits = 0) ##
Извлечение среднего дохода за перевозку 1 тонны груза
average_expenses <- round(sum(transport_done[,11])/ sum(transport_done[,6]), digits = 0) ##
Извлечение средних затрат за перевозку 1 тонны груза
average_profit <- round((average_income-average_expenses), digits = 0) ## Извлечение средней
прибыли за перевозку 1 тонны груза
missed_sales_finance <- round(missed_sales * average_profit, digits = 0) ## Расчёт упущенных продаж
в рублях

transport_plan1 <- transport_plan %>%
mutate(month = format(Date, "%m"), year = format(Date, "%Y")) %>% group_by(month, year) %>%
summarise(total = mean(transport.xts)) transport_plan_cool <- transport_plan1[-2,]
transport_plan_cool$total <- transport_plan_cool$total - 300
transport_plan_cool[transport_plan_cool<0] <- 0 transport_plan_final <-
ceiling(transport_plan_cool$total / 20)
outsource_plan <- cbind (transport_final[37:48,1],transport_plan1[-2,3],transport_plan_final)
outsource_plan$total <- round(outsource_plan$total, digits = 3)
outsource_plan$Date <- format(outsource_plan$Date, format="%Y-%m")
names(outsource_plan)[names(outsource_plan) == "Date"] <- "Год-месяц"
names(outsource_plan)[names(outsource_plan) == "total"] <- "Прогнозируемый 90%- квантиль, тонны"
names(outsource_plan)[names(outsource_plan) == "transport_plan_final"] <- "Необходимое число единиц
автотранспорта грузоподъёмностью в 20 т для аутсорсинга, ед." view(outsource_plan) ## План
аутсорсинга транспортной инфраструктуры

outsource_need <- transport_plan[1:366,2] - 300 ## Расчёт объёма дополнительной массы для перевозки

outsource <- round(sum(ceiling(outsource_need[outsource_need>0] / 20) * 11000), digits = 0) ##
Расчёт затрат на привлечение дополнительного объёма транспорта

missed_sales_fact <- transport[(9172):nrow(transport),] %>%
filter(transport[(9172):nrow(transport),]$`Статус заявки` == "Не выполнена") missed_sales_fact <-

```

```

round(sum(missed_sales_fact[,6]), digits = 0) ##Извлечение фактических упущенных продаж в тоннах

missed_sales_fact_finance <- round(missed_sales_fact * average_profit, digits = 0) ## Расчёт
фактических упущенных продаж в рублях

SQL <- 19200 ##Цена скрипта

profit <- missed_sales_fact_finance - missed_sales_finance - outsource - SQL ## Расчёт
экономического эффекта
```
## Построение итоговой таблицы
```{r}
finance <- matrix(c(service_fact, missed_sales_fact, missed_sales, average_income,
average_expenses, average_profit, missed_sales_fact_finance, missed_sales_finance, outsource, SQL,
profit),ncol=1,byrow=TRUE)
colnames(finance) <- c("Величина")
rownames(finance) <- c("Фактический уровень логистического сервиса, %:", "Объём фактических
упущенных продаж, тонны:", "Объём упущенных продаж при использовании прогнозного плана,
тонны:", "Средняя выручка за перевозку 1 тонны груза, руб./тонна:", "Средние расходы за перевозку 1
тонны груза, руб./тонна:", "Средняя прибыль за перевозку 1 тонны груза, руб./тонна:", "Объём
фактических упущенных продаж, руб.:", "Объём упущенных продаж при использовании прогнозного плана,
руб.:", "Затраты на привлечение дополнительного объёма транспортной инфраструктуры, руб.:",
"Затраты на разработку SQL-скрипта, руб.:", "Экономический эффект использования прогнозного плана,
руб.:")
view(finance)
```

```