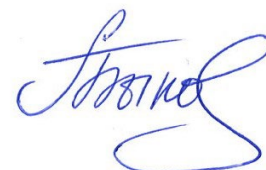


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

*На правах рукописи*



БЫКОВА АННА ВЛАДИМИРОВНА

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ  
И УПРАВЛЕНИЯ ПОСТПРОИЗВОДСТВЕННЫМ  
СОПРОВОЖДЕНИЕМ ПРОДУКЦИИ**

2.3.3 - «Автоматизация и управление технологическими  
процессами и производствами»

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук, профессор  
Капитанов Алексей Вячеславович

Москва - 2025 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>ГЛАВА 1. ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....</b>	<b>13</b>
1.1 Анализ применения процессного подхода к управлению этапами жизненного цикла продукции.....	13
1.2 Исследование основных непроизводственных (вспомогательных) процессов российских производственных предприятий .....	17
1.3 Совершенствование бизнес-процесса постпроизводственного сопровождения продукции и работы с рекламациями. Построение моделей as-is («как есть») и to-be («как должно быть») .....	20
1.4 Исследование методов анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) предприятия .....	25
1.5 Выводы по первой главе .....	27
<b>ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПОСТПРОИЗВОДСТВЕННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОДУКЦИИ .....</b>	<b>28</b>
2.1 Исследование принципов взаимодействия автоматизированной системы управления постпроизводственным сопровождением продукции и АСУ предприятием.....	28
2.2 Сравнительный анализ CRM-систем и особенности их применения на производственном предприятии .....	39
2.3 Критерии подбора CRM-системы управления сопровождением продукции и взаимоотношениями с клиентами производственного предприятия.....	46
2.4 Разработка структуры CRM-системы с учетом особенностей и потребностей производственного предприятия .....	51
2.5 Выявление закономерностей при анализе бизнес-процессов предприятия для построения CRM-системы производственного предприятия.....	54

2.6 Разработка формального описания бизнес-процессов для построения CRM-системы производственного предприятия.....	59
2.7 Выводы по второй главе.....	68
<b>ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ЗАПРОСОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ С АСУП.....</b>	<b>70</b>
3.1 Разработка единого информационного пространства для организации работы сервисной службы предприятия.....	70
3.2 Алгоритмизация процессов автоматизации и управления сервисными службами производственного предприятия.....	76
3.2 Сравнительный анализ вариантов организации процесса первичной обработки запросов сервисного обслуживания (рекламаций).....	84
3.4 Статистическая модель интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций).....	91
3.5 Разработка методики интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) и определение влияния главных факторов на эффективность процессов производства.....	96
3.6 Экспериментальная проверка влияния выявленных факторов на эффективность производственных процессов.....	118
3.7 Выводы по третьей главе.....	121
<b>ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ЗАПРОСОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СППР ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....</b>	<b>123</b>
4.1 Структура СППР на основе интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия.....	123
4.2 Описание алгоритма аналитического блока интеллектуального анализа данных СППР.....	128

4.3 Практическая реализация программного модуля интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) и методика формирования экспертного заключения.....	134
4.4 Оценка эффективности внедрения разработанной структуры CRM-системы производственного предприятия .....	137
4.5 Выводы по четвертой главе.....	144
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>146</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>149</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А Фрагмент исходного текста программного блока выполнения факторного анализа исходных данных.....</b>	<b>159</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б Результат выполнения программного модуля факторного анализа исходных данных .....</b>	<b>162</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В Фрагмент исходного текста программного блока исследования запросов на пространстве полученных факторов .....</b>	<b>163</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г Результат выполнения программного блока исследования запросов на пространстве полученных факторов.....</b>	<b>166</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Д Акт об использовании результатов диссертационного исследования от ООО «С-Лазер».....</b>	<b>168</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Е Акт об использовании результатов диссертационного исследования от АО «СмартКард-Сервис» .....</b>	<b>170</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Справка об использовании в учебном процессе результатов диссертационной работы от ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» .....</b>	<b>171</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Стратегия перехода производственных предприятий на цифровые технологии для производственных и управленческих процессов отражена в программе «Цифровая экономика Российской Федерации» и утверждена распоряжением Правительства России от 28 июля 2017 г. №1632-р. [48]

Отечественный и зарубежный опыт внедрения системы менеджмента качества (СМК) на предприятии в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [45] показывает, что качество продукции во многом определяется эффективностью бизнес-процессов всего жизненного цикла изделия (ЖЦИ).

В современном мире быстро развивающихся технологий производительность предприятия, качество выпускаемой продукции, эффективность и доступность предоставляемых им услуг и, как итог, конкурентоспособность предприятия зависит от технической и информационной обеспеченности предприятия.

Эффективным и современным средством контроля и усовершенствования процессов на этапе постпроизводственного сопровождения и эксплуатации выпускаемой продукции является автоматизированная система управления сопровождением продукции и взаимоотношениями с клиентами – CRM-система, относящаяся к категории АСУП на основании ГОСТ 34.003-90 [26].

Использование наиболее передовых информационных технологий и переход к цифровому производству значительно повышает эффективность процессов производства и управления предприятием, и организует информационный обмен между всеми процессами в цифровом виде [3].

В виду постоянного роста ограничений на внедрение и поддержку систем зарубежного производства и нацеленность на импортозамещение в сфере информационно-коммуникационных технологий на территории России, еще большую остроту приобрела проблема анализа существующих процессов

предприятия и подготовки методологического комплекса архитектурных решений, математических моделей и алгоритмов автоматизации процессов для АСУП.

Анализ литературных источников и практический опыт отечественных производственных предприятий, где идет активный процесс автоматизации и оптимизации работы собственных центров сопровождения и сервисного обслуживания продукции, отделов рекламаций показал отсутствие формализованных методологий и готовых программных решений, учитывающих особенности и потребности производственного предприятия. Также отсутствуют установленные зависимости этапа сопровождения и эксплуатации с эффективностью производственных процессов всего ЖЦИ. В существующих методиках не учтены возможные связи и ограничения, существующие между процессами производства и постпроизводственного сопровождения продукции. Таким образом, актуальность рассматриваемой темы послужила импульсом к детальному анализу процессного подхода, исследованиям, анализу структуры и совершенствованию одного из этапов ЖЦИ путем моделирования системы управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции на производственном предприятии с внедрением алгоритмов интеллектуального анализа данных.

**Степень разработанности темы.** Вопросам моделирования и проектирования автоматизированных производственных систем посвящены труды отечественных ученых: Соломенцева Ю.М., Митрофанова В.Г., Волковой Г.Д., Павлова В.В., Шептунова С.А., Никонорова С.П., Андреева В.Н., Подповетной Ю.В, Мартынова О.Ю. и др.

Идеология процессного подхода к управлению предприятием, как основа повышения эффективности процессов, отражена в работах Репина В., Елиферова В., Зараменских Е.П., Блауберга И.В., Рыбакова М.Ю., Хаммера М., Чампи Дж, Деминга Э. и др.

В основу настоящего исследования также легли классическая теория факторного анализа Ким Дж., Мюллера Ч. и методы анализа многомерных

данных, рассматриваемые в работах Буреевой Н.Н., Бондаревым А.Е., Афониним П.Н., Стукач О.В.

**Целью диссертационной работы** является повышение эффективности деятельности предприятия на основе автоматизации и управления постпроизводственным сопровождением выпускаемой продукции, с внедрением методов интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания и рекламаций предприятия.

**Задачи исследования.** Для достижения поставленной цели предполагается решение следующей совокупности задач:

1. Выполнить информационно-аналитический обзор особенностей и проблематики одного из этапов ЖЦИ - этапа постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции производственных предприятий, а также сравнительный анализ существующих автоматизированных систем (АС) управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции.

2. Выявить взаимосвязи и установить зависимости между накапливаемыми статистическими данными запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия с одной стороны, и эффективностью производственных процессов предприятия с другой.

3. Разработать алгоритмы автоматизированной обработки запросов сервисного обслуживания (рекламаций) и управления службами сопровождения и сервиса, модели и структуру АС управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции, учитывающих специфику информационно-технической среды производственного предприятия.

4. Разработать алгоритмы и программный модуль интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия, централизованно накапливаемых АС управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции.

5. Разработать методику интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций), для выявления потенциальных скрытых

рисков возникновения дефектов продукции на этапе сопровождения и эксплуатации, влияющих на принятие управленческих решений по повышению эффективности производственных процессов предприятия.

**Объектом исследования** являются процессы постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции производственного предприятия с использованием CRM-системы.

**Предметом исследования** является совокупность организационно-методических и управленческих моделей и алгоритмов, методы обработки статистических данных и модель CRM-системы управления постпроизводственным сопровождением, эксплуатацией продукции и взаимоотношениями с клиентами.

**Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:**

1. Выявлены взаимосвязи и установлены зависимости между накапливаемыми статистическими данными запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия с одной стороны, и эффективностью производственных процессов предприятия с другой, основанные на интеллектуальном анализе данных.

2. Разработаны алгоритмы автоматизированной обработки запросов сервисного обслуживания (рекламаций) и управления службами сопровождения и сервиса, модели и структура АС управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции, на основе портального web-решения и интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций), обеспечивающие повышение эффективности вспомогательного процесса сопровождения и эксплуатации продукции предприятия.

3. Разработаны алгоритмы и программный модуль интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия, централизованно накапливаемых АС управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции.

4. Разработана методика интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций), для выявления потенциальных скрытых рисков возникновения дефектов продукции на этапе сопровождения и эксплуатации, влияющих на принятие обоснованных управленческих решений по повышению эффективности производственных процессов предприятия.

**Теоретическая значимость работы** заключается в совершенствовании теоретических основ построения АС управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции, с использованием алгоритмов автоматизированной обработки и интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия, которые обеспечивают контроль, снижение трудоемкости, сокращение времени разрешения запросов и выявление потенциальных рисков возникновения ряда дефектов продукции для корректировки производственных процессов.

**Практическая значимость исследования** состоит в том, что теоретические положения, направленные на формализацию и алгоритмизацию одного из этапов ЖЦИ – этапа эксплуатации и сопровождения, и сформированная структура АС являются универсальными и разработаны с учетом особенностей отечественных производственных предприятия. Автоматизация и повышение эффективности процессов достигается путем подключения разработанных алгоритмов к CRM-системе предприятия, размещенной в единой ИТ-инфраструктуре предприятия. Практическое применение выполненных разработок (алгоритмов, моделей и универсальной структуры АС на основе порталного web-решения и интеллектуального анализа данных) оказывает положительное влияние на сокращение сроков и снижение трудоемкости предоставления услуг сопровождения и сервиса, сокращение количества гарантийных сервисных работ (рекламаций) и повышение качества продукции за счет предотвращения потенциальных рисков возникновения дефектов продукции на этапе сопровождения и эксплуатации продукции. Предлагаемое решение и разработанный программный модуль обеспечивают возможность интеграции в базовую комплектацию программных решений CRM-

систем, что особенно актуально в период развития отечественных решений в сфере АСУП в рамках программы по импортозамещению и повышению конкурентоспособности перед зарубежными автоматизированными системами.

**На защиту выносятся следующие научные положения:**

1. Выявленные взаимосвязи и установленные зависимости между накапливаемыми статистическими данными запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия с одной стороны, и эффективностью производственных процессов предприятия с другой, основанные на разработанных алгоритмах интеллектуального анализа данных.

2. Разработанные алгоритмы автоматизированной обработки запросов сервисного обслуживания (рекламаций) и управления службами сопровождения и сервиса, модели и структура АС управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции, на основе портального web-решения и интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций), обеспечивающие повышение эффективности вспомогательного процесса сопровождения и эксплуатации продукции предприятия.

3. Разработанные алгоритмы и программный модуль интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия, централизованно накапливаемых АС управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции.

4. Разработанная методика интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций), для выявления потенциальных скрытых рисков возникновения дефектов продукции на этапе сопровождения и эксплуатации, влияющих на принятие управленческих решений по повышению эффективности производственных процессов предприятия.

**Методы исследования** основаны на использовании системного анализа, математической статистики, теории управления, теории массового обслуживания, методологии основ проектной деятельности и функционального моделирования, методов экспертно-аналитического, сравнительного и факторного анализа, методов аналитического управления.

**Апробация работы и степень достоверности результатов.**

Достоверность результатов подтверждается согласованностью полученных практических результатов с теоретическими, полученными с помощью экспертно-аналитического подхода, а также корректностью результатов вычислительного и практического экспериментов на действующих российских производственных предприятиях.

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих международных и региональных конференциях: XV всероссийской конференции с международным участием «Машиностроение: традиции и инновации (МТИ – 2022)»; VIII Международной научно-практической конференции «Менеджмент качества, Транспортная и информационная безопасность, Информационные технологии» IT&QM&IS – 2023; XVI всероссийской конференции с международным участием «Машиностроение: традиции и инновации (МТИ – 2023)»; IX Международной научно-практической конференции «Менеджмент качества, Транспортная и информационная безопасность, Информационные технологии» IT&QM&IS – 2024; Международной научно-практической конференции «Управление и инновационное развитие предприятия: новые подходы и актуальные исследования» (УИРП – 2024); Международной научно-технической конференции Современные машиностроительные системы, технологии и инновации (ТМ-09) в 2025 году; 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых «Молодежь и наука: шаг к успеху» (МЛ-22) в 2025 году; 9-й Международной молодежной научно-практической конференции «Молодежь и системная модернизация страны» (МЛ-24); II Международной научно-практической конференции «Управление и инновационное развитие предприятия: новые подходы и актуальные исследования» (УИРП – 2025).

**Публикации по теме специальности.** По теме диссертации опубликованы 13 научных публикаций, в том числе 4 научные работы в российских научных журналах из перечня ВАК РФ для специальности 2.3.3. Автоматизация и

управление технологическими процессами и производствами, 1 научная работа в издании, входящем в базы данных Scopus, 8 статей в сборниках научных трудов.

**Соответствие паспорту специальности.** Указанная область исследования соответствует паспорту научной специальности 2.3.3 — «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» в пунктах 3 — «Методология, научные основы, средства и технологии построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСУТПП) и т.д.», 7 — «Теоретические основы и методы моделирования и управления организационно-технологическими системами и киберфизическими производственными комплексами».

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов и результатов, списка литературы из 88 наименований. Работа изложена на 171 страницах машинописного текста, включая 13 страниц приложений, содержит 40 рисунков, 9 таблиц.

# ГЛАВА 1. ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

## 1.1 Анализ применения процессного подхода к управлению этапами жизненного цикла продукции

Постоянно растущая конкуренция, появление большого числа производителей различных товаров и услуг требует уделять более пристальное внимание качеству выпускаемой продукции и ее конкурентоспособности на мировом рынке. Качество продукции напрямую определяется эффективностью бизнес-процессов всего жизненного цикла выпуска продукции. Своевременный контроль и оптимизация бизнес-процессов производства реализуется путем выбора оптимальных методов и средств, позволяющих улучшить бизнес-процессы под новые условия и планировать их улучшение в будущем.

Главной идеей международной системы менеджмента качества (СМК) по ISO 9000/9001 (в России стандарты ГОСТ Р ИСО 9000 и ГОСТ Р ИСО 9001 «Системы менеджмента качества») [47, 48] является применение процессного подхода на предприятии. Процессный подход предлагает рассматривать любое предприятие как сеть взаимосвязанных процессов, целью которых является производство и внедрение продукции или услуг. СМК позиционирует применение процессного подхода как гарантия того, что предприятие соответствует признанным нормам менеджмента качества и потенциально способно выпускать продукцию, удовлетворяющую требованиям рынка, а также проявляет готовность потенциально повышать уровень удовлетворенности потребителей.

Для изучения деятельности предприятия и выявления ее особенностей обозначим общую структуру всех бизнес-процессов предприятия. «Бизнес-процесс – это стандартная последовательность (цепочка) действий, которая многократно выполняется в компании для получения заданного результата.» [33]

На рисунке 1 приведена классификация бизнес-процессов компании по классам [64].

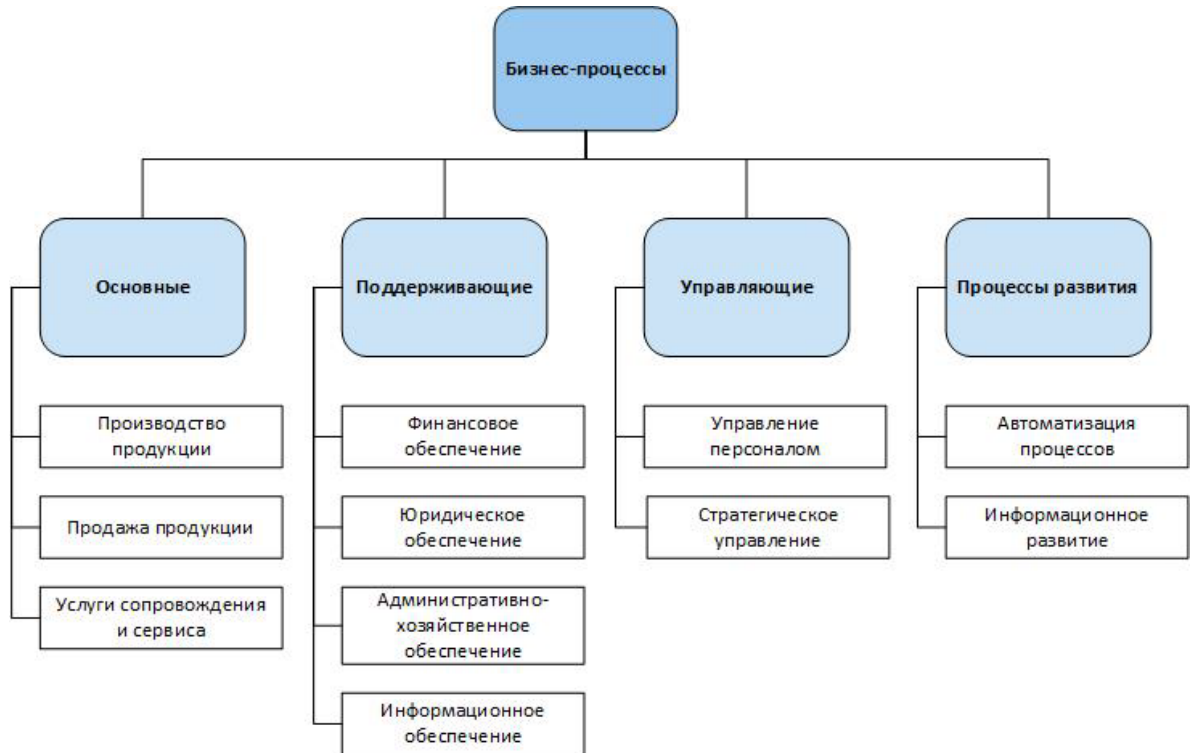


Рисунок 1. Дерево бизнес-процессов предприятия

1 класс – основные бизнес-процессы – процессы, основной задачей которых является создание ценности для клиента и обеспечение выпуска продукта и оказания сопроводительных услуг по логистике, техническому сопровождению и сервисному обслуживанию. «Условно можно сказать, что каждый из них – это «отдельное» направление бизнеса.» [33] Основные бизнес-процессы предприятия подразделяются на производственные – непосредственное производство продукции и непроизводственные. К непроизводственным (вспомогательным) процессам относят совокупность деятельностей человека, которые создают не материальный продукт, а интеллектуальный, предоставляемый в виде услуги.

2 класс – поддерживающие (обеспечивающие) бизнес-процессы – процессы, направленные на обеспечение жизнедеятельности основных процессов предприятия. Данные бизнес-процессы не приносят непосредственной прибыли, но являются необходимыми для обеспечения деятельности предприятия. К таким процессам относят процессы финансово-юридического обеспечения, такие как бухгалтерский учет, управление финансами, управление договорной

деятельностью, процессы административно-хозяйственного обеспечения сотрудников, рабочих мест, помещений цехов и производства, оборудования, процессы информационного обеспечения, включающие совокупность информационных ресурсов и способов их организации. К информационному обеспечению относят унификацию документации и системы электронного документооборота, электронные базы данных и принципы их построения, системы кодирования и защиты информации на предприятии.

3 класс – управляющие бизнес-процессы – процессы, затрагивающие все процессы предприятия, с точки зрения их управления и контроля. К таким процессам относятся процессы стратегического и финансового планирования, построения ценовой политики, внутренний аудит и управление контролем качества.

4 класс – процессы развития – процессы, направленные на усовершенствование бизнес-процессов предприятия, эксплуатируемого оборудования и выпускаемой продукции предприятия. «Основная задача процессов совершенствования – сделать развитие бизнеса системным и непрерывным.» [33] К процессам развития относится создание новых подразделений, продуктов, организационное развитие и усовершенствование процессов предприятия, внедрение новых технологий и автоматизация существующих производственных процессов и процессов управления предприятием. Целью процессов развития является получение прибыли в долгосрочной перспективе и повышение эффективности деятельности предприятия.

Задачам оптимизации и автоматизации производственных процессов предприятия посвящено большое количество исследований, а руководством предприятий на интуитивном уровне уделяется первостепенное внимание и регулярный контроль этих процессов.

ГОСТ Р ИСО 9001-2015 в п.8.5.1 «Управление производством продукции и предоставлением услуг» [47] требует поддерживать управляемые условия при

осуществлении выпуска, поставки и действий после поставки. В качестве одной из задач бизнес-процессов перспективного развития предприятия стоит цифровизация и автоматизация основных Непроизводственных (вспомогательных) бизнес-процессов компании, таких как продажа продукции и предоставление услуг постпроизводственного сопровождения и сервисного обслуживания, являющихся одним из этапов ЖЦИ, путем внедрения АСУП. «Во избежание проблем в будущем требуются главным образом постоянство цели и приверженность улучшению конкурентных позиций, чтобы сохранить жизнеспособность компании и обеспечить рабочие места сотрудникам.» [31]

Несмотря на наличие большого числа публикаций отечественных и зарубежных специалистов в области применения процессного подхода, тема практического применения эффективных методов совершенствования конкретных бизнес-процессов на различных этапах жизненного цикла продукции почти не рассматривается. По мнению современных исследователей Александрова И.А., Шептунова С.А и Муранова А.Н. формализованное представление всей сети процессов изготовления и реализации продукции, удовлетворяющей запросам потребителя, позволит открыть новые перспективы эффективного использования передовых информационных технологий. А работы по формированию аппарата структурного моделирования технических систем активно ведутся во всем мире. [2] Данная проблематика послужила импульсом к анализу жизненного цикла продукции и формализации практических рекомендаций совершенствования бизнес-процесса постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции, путем моделирования и внедрения механизмов его информационной поддержки.

Моделирование бизнес-процессов предприятия предполагает следующую схему действий [25]:

1. Наглядное представление и дальнейший анализ существующей схемы бизнес-процесса (обычно используется краткое название модели «as-is», т.е. «как есть»).

2. Оптимизация построенной схемы бизнес-процесса (кратко называемое моделью «to-be», т.е. «как будет»).
3. Планирование и осуществление действий по фактическому переходу предприятия на обновленную схему работы.

В работах Хаммера М., Чампи Дж. [12] принято выделять несколько основных методов совершенствования бизнес-процессов организаций. Рассмотрим подробнее метод реинжиниринга, как наиболее универсальный и современный метод, основанный на резком и кардинальном перепроектировании бизнес-процессов для получения заметных, скачкообразных изменений процессов деятельности предприятия и, как следствие, улучшений в разы основных показателей эффективности деятельности предприятия, таких как скорость и качество разработки и производства продукции, прибыль, трудозатраты, скорость и качество обслуживания клиентов.

## **1.2 Исследование основных непроизводственных (вспомогательных) процессов российских производственных предприятий**

Реинжиниринг не должен ограничиваться только основными производственными процессами производства продукции, такими как технологические процессы непосредственного конструирования и производства изделия на предприятии, или кодирование и программирование, если рассматривается ИТ-компания, а должен затрагивать все процессы предприятия, в том числе основные непроизводственные (вспомогательные) процессы. Основная специфика ИТ-компаний в том, что продуктом производства является программное обеспечение, а основные процессы производства – это создание, обслуживание и внедрением программных продуктов и информационных технологий. Промышленное предприятие, в свою очередь, занимается производством товаров с использованием машин, оборудования и труда людей,

выполняя основные технологические процессы, являющиеся совокупностью операций изготовления деталей, сборки, отделки и обработки.

Вопросами оптимизации технологических процессов производства путем разработки и внедрения автоматизированных систем машиностроительного производства, а также построению систем автоматизированного проектирования (САПР) посвящены труды Соломенцева Ю.М., Митрофанова В.Г., Схиртладзе А.Г., Феофанова А.Н., Омельченко И.С., Волковой Г.Д., Павлова В.В., Никонорова С.П., Андреева В.Н., Подповетной Ю.В., Мартынова О.Ю. и др.

Универсальность процессного подхода, в свою очередь, позволяет производить постоянный контроль за всеми бизнес-процессами предприятия вне зависимости от типа производства и выпускаемой продукции, не упуская из вида непроизводственные (вспомогательные) процессы, сопровождающие непосредственное производство и выпуск продукции, и добиваться их своевременной оптимизации и автоматизации.

Стандарты серии ГОСТ Р ИСО (ИСО 12207 «Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств», ИСО 15288 «Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем», ИСО 15504 «Информационные технологии. Оценка процессов») используются при приобретении систем, продуктов и услуг, при их поставке, разработке, применении по назначению, сопровождении и прекращении применения программных продуктов и ее компонентов как в самой организации, так и вне ее. Данные стандарты используются при определении, управлении и совершенствовании процессов жизненного цикла программных средств.

Предметом данного исследования стали несколько крупных и средних производственных предприятий на территории России [19]:

- предприятие электро-технического назначения, производящее КРУ (комплексно-распределительные устройства) и токопровода;
- предприятие лазерной металлообработки, сварочных работ, покраски, конструирования и сборки среднесерийного производства с возможностью производства изделий по индивидуальным характеристикам;

- машиностроительное предприятия производства многокомпонентной сборочной продукции, производящее роботов и устройства самообслуживания клиентов;

- предприятие по разработке программного обеспечения для распространения на территории РФ и ближайшего зарубежья. В услуги компании входит разработка, продажа, внедрение и сопровождение программного продукта собственной разработки для управления устройствами самообслуживания, а также предоставление ИТ-услуг по внедрению и поддержке объединенного сервисного центра для оказания услуг сопровождения устройств самообслуживания и управляющего программного обеспечения.

Сравнительный анализ непроизводственных (вспомогательных) бизнес-процессов между предприятиями по производству программного обеспечения и промышленными предприятиями не показал значительных отличий в основных непроизводственных (вспомогательных) процессах, что доказывает универсальность процессного подхода и позволяет выделить процессы:

- Изучение рынка сбыта и анализ целевой категории покупателей;
- Оформление предзаказа продукции и анализ осуществимости производства;
- Управление требованиями и формализация потребностей заказчика;
- Предоставление оценки и согласование договорных условий производства;
- Процесс подготовки сопроводительной документации (инструкции, требования к эксплуатации);
- Сертификация, лицензирование и выпуск спецификаций, гарантийных талонов и присвоение уникальных серийных номеров;
- Процесс продажи готовой продукции;
- Обучение эксплуатирующего персонала;
- Логистика;
- Внедрение в эксплуатацию, сопровождение и сервис, работа с претензиями и рекламациями.

### 1.3 Совершенствование бизнес-процесса постпроизводственного сопровождения продукции и работы с рекламациями. Построение моделей as-is («как есть») и to-be («как должно быть»)

Проведем моделирование бизнес-процесса производства продукции на примере российского предприятия по производству многокомпонентных банковских устройств самообслуживания. [19] Построим модель «as-is», с дальнейшим анализом процессов и выявлением процесса, имеющего недостаточную эффективность и требующего оптимизации. На рисунке 2 наглядно показаны укрупненные этапы жизненного цикла производства продукции и задействованные АСУП для информационной поддержки и организации процессов.

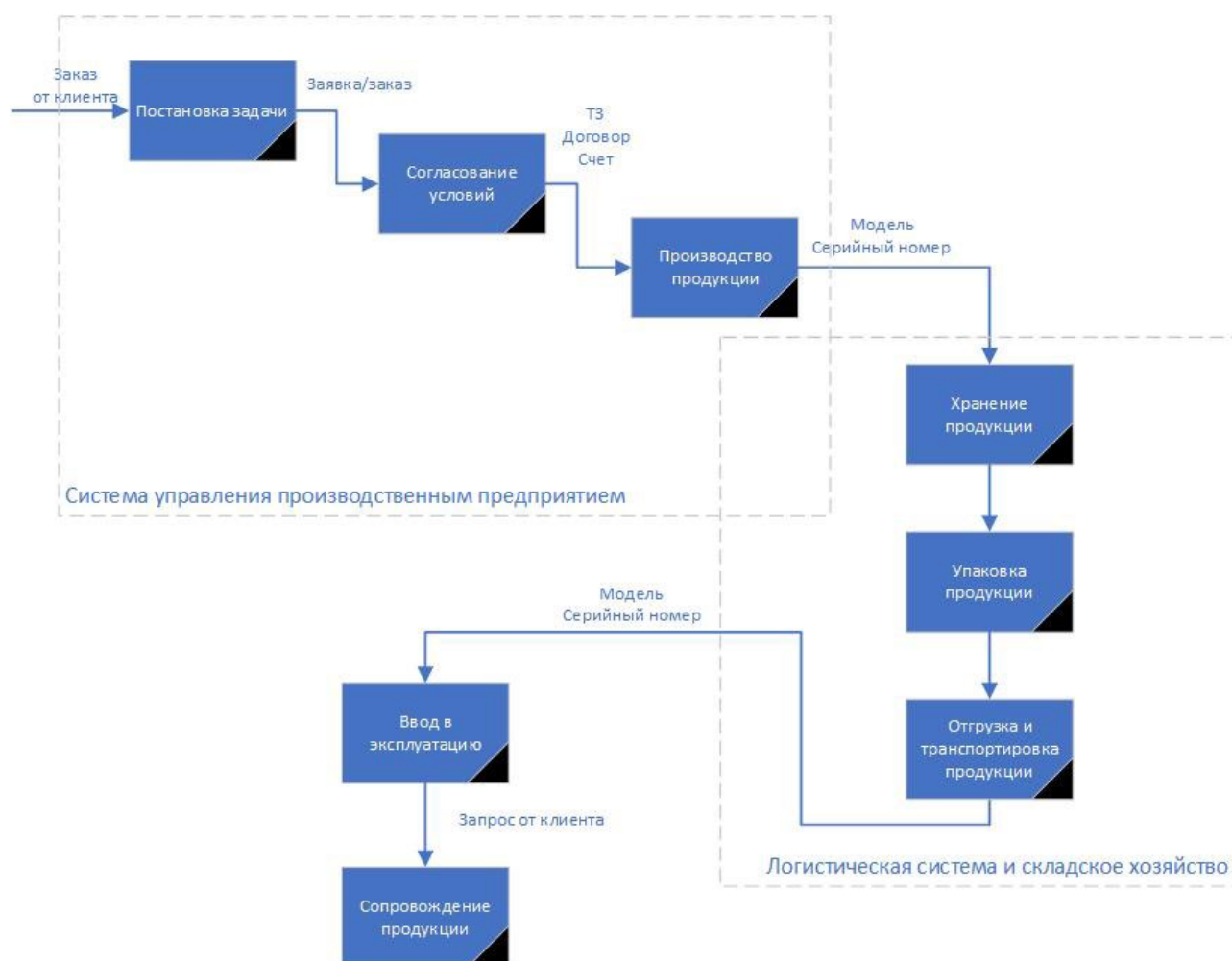


Рисунок 2. Модель «as-is» этапов выпуска заказной продукции предприятия

Чтобы сконцентрировать внимание на этапе ЖЦИ по постпроизводственному сопровождению и эксплуатации продукции опущены детализация подпроцессов производства продукции, такие как, конструирование, разработка технологического процесса, организация производства, изготовление, контроль качества, подготовка сопроводительной документации. Диаграмма показывает, что бизнес-процесс постпродажного сопровождения продукции является изолированным и соответственно бесконтрольным с точки зрения всего цикла производства и продажи продукции: отсутствует работа с единой базой данных в процессе эксплуатации продукции, механизмы взаимодействия с производственными процессам, а также с процессами упаковки и транспортировки продукции. Отсутствует обратная связь процессов сопровождения с процессами производства.

Входными данными для бизнес-процесса сопровождения продукции является запросы от клиентов, поступающие в виде рекламаций или консультативных запросов. Данные запросы могут поступать по телефону через организованный call-центр или по электронной почте, при этом отсутствует единая система регистрации, анализа и прослеживаемости запросов.

Результатом выполнения процесса сопровождения продукции является решение по запросу клиента в виде голосовой консультации или письменных инструкций и рекомендаций, сервисное обслуживание или замена продукции. Таким образом в результате процесса сопровождения продукции может быть выполнена настройка или ремонт продукции с выездом сервисного инженера, замена комплектующих или всей продукции, что влечет дополнительные затраты предприятия. Эффективность и оперативность предоставления услуг сопровождения и сервисного обслуживания напрямую влияет на лояльность клиентов и их заинтересованность в долгосрочном сотрудничестве. Поэтому эффективность процесса сопровождения продукции и выявление обратных связей с процессом производства позволит повысить эффективности всего процесса производства продукции.

Основным методом повышения эффективности процесса сопровождения и эксплуатации продукции является применение механизма контроля и информационной поддержки его подпроцессов, путем внедрения автоматизированной системы управления сопровождением продукции и взаимоотношениями с клиентами (CRM-системы, сокращение от англ. Customer Relationship Management) на производственном предприятии. Стоит отметить, что основной проблематикой при внедрении новой автоматизированной системы является их значительные материальные, инструментальные, организационные и временные затраты, поэтому трудозатраты на их внедрение, во многом, зависят от своевременной верификации существующих процессов производства и поиска оптимального пути развития и совершенствования процессов. Также серьезным препятствием к внедрению автоматизированной системы может стать неготовность ответственных сотрудников к освоению новых информационных систем и изменению привычной деятельности. Поэтому в первую очередь необходимо акцентировать внимание на уже внедренных программных средах для управления и автоматизации других бизнес-процессов компании, таких как документооборот компании, среда маркетинговых исследований или процесс предоставления оценки и согласование условий разработки, как наиболее активно взаимодействующие с клиентами. Необходимо рассмотреть возможность их расширения и адаптации под новые задачи процесса сопровождения продукции.

Одним из самых естественных путей – это внедрение CRM-системы для сопровождения и взаимодействия с клиентами в уже используемую информационную систему электронного документооборота предприятия, которая позволит:

- организовать единую точку входа для клиентов;
- обеспечить доступ к базе данных клиентов;
- обеспечить процессы учета и регистрации запросов клиентов;
- реализовать механизм интеграции с системой логистики и складского хозяйства предприятия;

– обеспечить возможность проверки гарантийных условий по подписанным договорам;

–отслеживать взаимосвязи с серийными номерами продукции и комплектующим, по которым инициирован запрос клиента;

– предоставить возможность анализа данных поступивших запросов и подготовки специализированных отчетов по процессу сопровождения продукции.

Найденные в модели «as-is» недостатки исправляются при создании модели «to-be» – модели новой организации работы объекта исследований, представленной на рисунке 3.

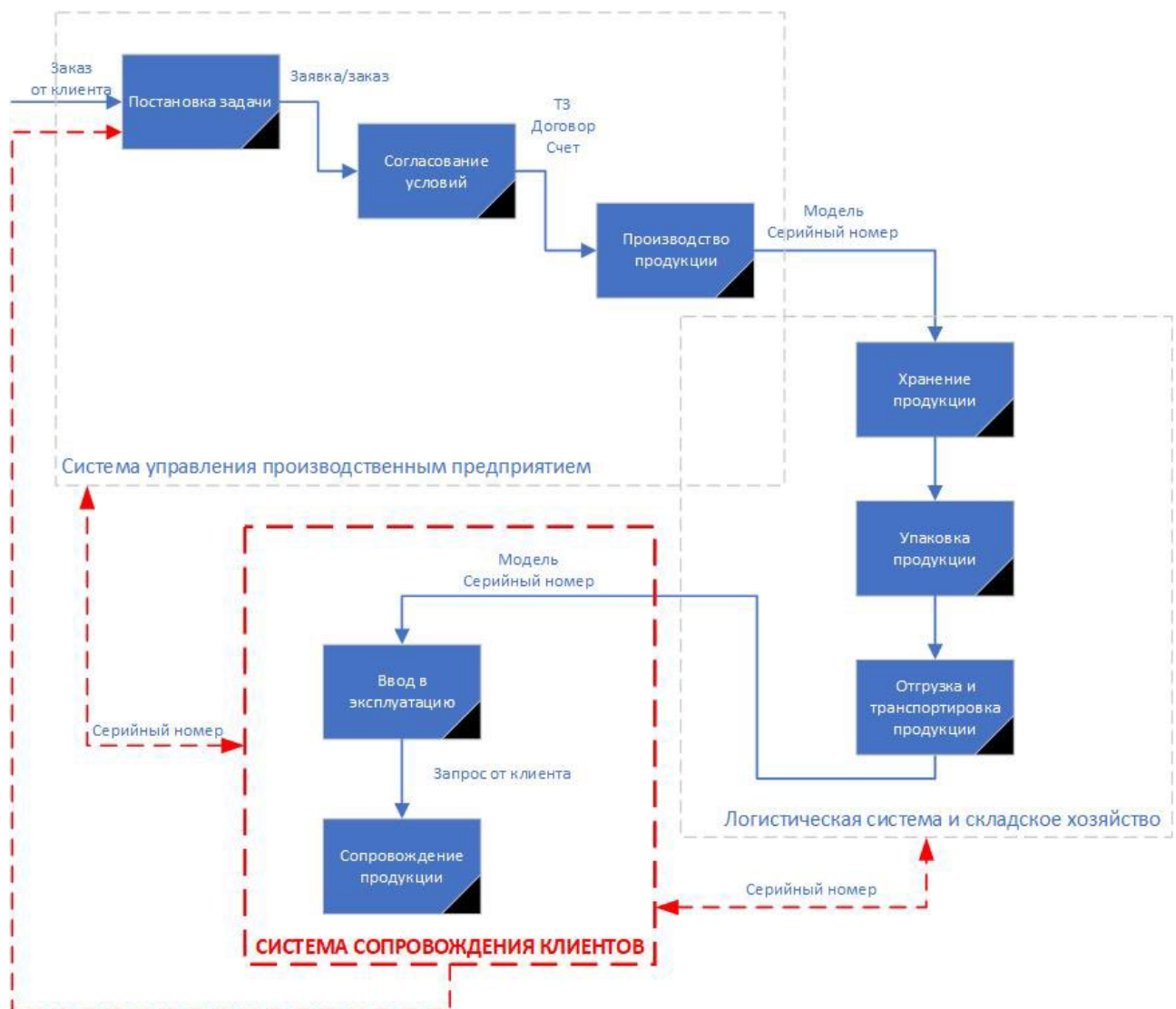


Рисунок 3. Модель «to-be» выпуска заказной продукции предприятия

Проведенный анализ модели «as-is» показал наличие узких мест процесса сопровождения продукции и работы с рекламациями, которые заключаются в отсутствии автоматизированных механизмов контроля процесса обслуживания клиентов, отсутствии обратных связей с производственными процессами и изолированность процесса сопровождения от остальных этапов жизненного цикла производства продукции предприятия. [19]

Внедрение CRM-системы для сопровождения клиентов с построением взаимосвязей с текущим набором программных информационно-управляющих средств, внедренных в инфраструктуру предприятия, поможет сократить трудозатраты на процесс сопровождения продукции и поможет выстроить контролируемый цикл производства и сопровождения продукции предприятия.

Возможность управления процессами взаимоотношений с клиентами и пользователями на этапе постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции, удобство коммуникации с производителем и оперативность решения вопросов эксплуатации продукции является важной маркетинговой составляющей любого производства, целью которого является увеличение объемов поставок продукции и расширение клиентской базы заказчиков.

Управление процессом сопровождения продукции с применением CRM-систем позволит наладить взаимодействие с пользователями продукции, предоставит удобные и современные каналы связи с пользователями, позволит оперативно решать возникающие запросы, получать обратную связь от пользователей, проводить регулярный сбор, накопление и дальнейший статистический анализ данных запросов пользователей, для выявления взаимосвязей с производственными процессами, что послужит импульсом для совершенствования процессов производства, модернизации выпускаемой продукции и, как следствие, повышения эффективности процессов производства продукции и гарантированного соответствия требованиям и ожиданиям пользователей.

CRM-система управления является эффективным и современным уровнем организации продаж и этапа постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции производственного предприятия, позволяющим

произвести сбор и накопление статистических данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) для проведения дальнейшего анализа.

#### **1.4 Исследование методов анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) предприятия**

Возникновение инцидентов при эксплуатации продукции зависит от большого количества характеристик самой продукции, особенностей ее эксплуатации и обслуживания, среди которых напрямую сложно установить взаимосвязи. При использовании CRM-системы в качестве единой точки входа, вся информация по запросам сервисного обслуживания размещается в стандартизированном виде в едином хранилище. Параметрами запросов является перечень характеристик, среди которых можно выделить:

- наименование продукции;
- тип комплектующего оборудования;
- модель комплектующего оборудования;
- тип инцидента;
- детали инцидента;
- адрес установки (страна/регион/край/область/город);
- дата отгрузки продукции;
- наименование транспортной компании или данные водителей собственной службы доставки;
- статус изделия (на гарантийном обслуживании/на постгарантийном обслуживании/истек срок гарантийного обслуживания);
- дата поступления запроса сервисного обслуживания;
- предоставленное решение по запросу сервисного обслуживания;
- трудоемкость по разрешению запроса сервисного обслуживания.

Список может быть расширен набором специфических характеристик конкретного предприятия, что определяет универсальность методики анализа

данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций). Интеграция и дальнейший анализ финансовых показателей стоимости продукции, затрат на ремонт, замену комплектующих по запросу сервисного обслуживания или производственных характеристик толщины и состава металла, типа крепления деталей, особенности обработки деталей при производстве, данные конструкторской документации, фамилии ответственных рабочих, конкретных сервисных инженеров или наименования производственных отделов, поставщиков, транспортных компаний позволит получить ценную информацию для предприятия по дальнейшему повышению эффективности его бизнес-процессов.

По мнению исследователей Буреевой Н.Н. и Бондарева А.Е. для таких ситуаций целесообразно применение методов многомерного статистического анализа, позволяющих найти решение подобных задач стандартными математическими подходами. [11] «Итоговым решением подобных задач служат многомерные массивы дискретных величин, выражающие зависимость искомой функции (управляющего параметра) от определяющих параметров рассматриваемой задачи.» [8]

«Анализ многомерных данных – это совокупность методов и алгоритмов, позволяющих получить максимально возможную информацию о массиве числовых данных, расположенных в некоторой области многомерного пространства.»

Таким образом, необходимо решить задачу многомерного анализа данных и определения межуровневых связей производственных и постпроизводственных процессов эксплуатационного обслуживания продукции, на основе данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций), накопленных и подготовленных CRM-системой предприятия. Получаемые в процессе анализа результаты позволят выполнять задачи прогнозной аналитики, выстраивать механизмы планирования производства и служить основой для принятия обоснованных управленческих решений на предприятии, с целью корректировки и повышения эффективности производственных процессов.

## 1.5 Выводы по первой главе

1. Из программных документов Российской Федерации – автоматизация и цифровизация производственных и управленческих процессов предприятий является приоритетным направлением развития в России. Один из путей автоматизации производства – использование автоматизированных систем управления предприятием на всех этапах жизненного цикла продукции.

2. Процессный подход к управлению предприятием позволяет производить постоянный контроль за всеми бизнес-процессами предприятия, не упуская из вида непроизводственные (вспомогательные) процессы и добиваться их своевременной оптимизации и автоматизации, что является гарантией того, что предприятие соответствует признанным нормам менеджмента качества.

3. Т.к. сведений по автоматизации и оптимизации постпроизводственных процессов сопровождения, эксплуатации, сервисного обслуживания и работы с рекламациями клиентов в научно-технической, нормативной и методологической литературе недостаточно, для таких процессов требуется разработка методики построения и внедрения в инфраструктуру предприятия механизмов контроля и автоматизации процессов постпроизводственного сопровождения продукции, с постепенным накоплением и дальнейшим статистическим анализом данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) предприятия.

4. При проведении исследования необходимо дальнейшее изучение методов организации и контроля этапа жизненного цикла продукции – постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции, на основе внедрения CRM-системы управления сопровождением и взаимоотношениями с клиентами производственного предприятия.

## **ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПОСТПРОИЗВОДСТВЕННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОДУКЦИИ**

### **2.1 Исследование принципов взаимодействия автоматизированной системы управления постпроизводственным сопровождением продукции и АСУ предприятием**

Выбор и внедрение на предприятии оптимальной системы управления сопровождением и эксплуатацией продукции является трудоемким и затратным мероприятием, требующем от группы внедрения не только технических навыков внедрения системы программного продукта, но и значительного предварительного анализа функционирования бизнес-процессов предприятия и взаимосвязи этих процессов с существующей архитектурой программных комплексов управления предприятием.

Рассматривая задачу внедрения автоматизированной системы управления на функционирующем предприятии, важно применять системный подход и рассматривать деятельность предприятия в целом. Необходимо учитывать вид деятельности, задачи и масштаб предприятия, особенности выпускаемой продукции или оказываемых услуг, аппаратное обеспечение и уже внедренный программный комплекс управления предприятием [67]. Иными словами, необходимо раскрыть «черный ящик» области внедрения системы, используя системный подход. «Системный подход является отдельным направлением методологии научного познания и социальной практики, в основе которого лежит рассмотрение объектов как систем. Это ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта, выявление многообразных типов связей в нем и сведение их в единую теоретическую картину.» [7] От эффективности системного анализа предприятия будет зависеть удовлетворенность инициаторов внедрения автоматизированной системы и ее пользователей, а также соответствие

внедряемой системы потребностям производства. В системном анализе часто можно заметить эмерджентность системы, т.е. закономерность увеличения количества различных свойств всей системы в целом от свойств частей системы в процессе ее усложнения. Применительно к предприятию, чем больше рассматриваемая организация, тем значительнее будут влиять зависимости между ее компонентами на всю деятельность компании и перспективы ее развития в будущем.

Анализ деятельности предприятия рационально начать с рассмотрения жизненного цикла изделия и влияния внедряемой системы на его этапы. В классической модели этапов жизненного цикла продукции рассматриваются все производственные процессы от возникновения идеи, выпуска изделия до его постпроизводственного сопровождения и дальнейшей утилизации.

Этапы жизненного цикла:

1. осмысление потребности;
2. исследование и анализ осуществимости;
3. проектирование и конструирование;
4. подготовка производства (подготовка к реализации);
5. изготовление;
6. эксплуатация;
7. утилизация [72].

В современном мире быстро развивающихся технологий во многом производительность предприятия и востребованность предоставляемых им услуг зависит от технической и информационной обеспеченности предприятия, что отражено как приоритетное направление развития в программе «Цифровая экономика Российской Федерации». Использование цифровых технологий и переход к цифровому производству значительно повышает эффективность процессов производства и организует информационный обмен между всеми процессами в цифровом виде [3]. На каждом этапе жизненного цикла изделия существует потенциальная возможность автоматизации его бизнес-процессов, используя современные автоматизированные системы. Уровень

информационного обеспечения, цифровизации и автоматизации бизнес-процессов предприятия не может быть навязана извне и носить обязательный характер. Решение о внедрении таких систем принимается руководством и службой качества предприятия по результатам регулярного системного анализа бизнес-процессов компании и маркетинговых составляющих производства. Рассмотрим более детально жизненный цикл заказного изделия как основной бизнес-процесс производства. На рисунке 4 представлены системы автоматизации этапов жизненного цикла и взаимосвязи между ними.



Рисунок 4 Жизненный цикл изделия

В соответствии с терминологией ГОСТ 34.003-90 среди автоматизированных систем можно выделить группы систем в зависимости от вида деятельности и вида управляемого объекта [28]. Среди наиболее актуальных систем автоматизации этапов производства можно выделить САПР (система автоматизированного проектирования), АСПП (автоматизированная система технологической подготовки производства), АСУТП (автоматизированная система управления технологическим процессом) и АСУП (автоматизированные системы управления предприятием). Среди АСУП выделим следующие: система планирования ресурсов и организационного управления предприятием (ERP – Enterprise Resource Planning), система электронного документооборота (ECM-

Enterprise Content или EDM-Enterprise Document Management) и система управления сопровождением и взаимоотношениями с клиентами (CRM – Customer Relationship Management). В мировой практике CRM-системы применяются для учета, контроля и оптимизации взаимоотношений с клиентами на этапах постпроизводственного сопровождения и эксплуатации выпускаемого изделия – этапы «Продажа/Монтаж и наладка» и «Эксплуатация/Постпроизводственное сопровождение и обслуживание», показанных на рисунке 4. В процессе постпроизводственного сопровождения продукции необходимо иметь привязку к сопровождаемому изделию и его гарантийным условиям. Поэтому CRM-система связана с этапом «Производства» и может иметь виртуальную связь по идентификатору изделия (серийному номеру) или может быть интегрирована с программным комплексом учета изделий этапа «Производства» (базы данных/ERP-системы и пр.). При отсутствии иных систем учета CRM-система может сама послужить базой данных для учета выпущенных изделий.

Под изделием можно понимать, как физическое изделие (детали, сборочные единицы, готовые машины, оборудование), так и версию программного обеспечения или программного модуля, выпускаемого ИТ-компанией. Для CRM-системы будут важны следующие показатели изделия, представленные в Таблице 1. [20]

Таблица 1. Основные показатели изделия в CRM

<b>Изделие машиностроительного производства</b>	<b>Изделие ИТ-компания</b>
Серийный номер изделия	Номер лицензии/ключа аппаратной защиты
Номер партии	Версия ПО
Название изделия	Название ПО
Модель изделия	Компоненты ПО
Комплектация	Модель устройства (для установки ПО)
Транспортная упаковка	Версия ОС (или другие требования к среде эксплуатации)
Статус готовности	Статус готовности

Плановая дата выпуска	Плановая дата выпуска
Дата выпуска (фактическая)	Дата выпуска (фактическая)
Дата поставки (продажи)	Дата продажи/поставки
Гарантийный срок	Гарантийный срок/количество обращений за консультацией
Номер договора	Тип гарантийного обслуживания (отладка/исправление ошибок/консультация/1-ая линия поддержки и пр.)
Номер заказа/заявки	Номер договора
Место размещения на складе	Номер заказа/заявки
Транспортная компания	Средства распространения/носители
Адрес фактического размещения	Адрес фактической эксплуатации

В классической модели этапов жизненного цикла изделия [72] первым этапом считается осмысление потребности. Это может быть инициатива маркетинговых служб предприятия или руководства компании, либо потребность в выпуске изделия может быть инициирована в виде предзаказа со стороны потенциального клиента. Поэтому наличие этапа «Предзаказ изделия» может быть вариативное и зависеть непосредственно от особенностей производства. Для заказного изделия инициирование взаимодействия с клиентами осуществляется на этапе «Предзаказ изделия», когда происходит подписание договора на выполнение работ, либо оформление заявки/заказа в рамках уже действующих договоров. Этап «Предзаказ изделия» может сопровождаться выставлением счетов и оплатой заказа или его части, поэтому на этом этапе задействованы сотрудники отдела продаж, отдела логистики, бухгалтерии, склада и производства. Функционал учета заказов клиента может быть построен на базе ERP-систем, но для производственных предприятий, где предполагается многоэтапное взаимодействие с клиентами на протяжении всего жизненного цикла продукции целесообразно вести весь процесс взаимодействия с клиентом в единой специализированной CRM-системе. На рисунке 5 представлена блок-схема бизнес-процесса «Предзаказ изделия» и задействованные подразделения предприятия в едином информационном пространстве. [20]

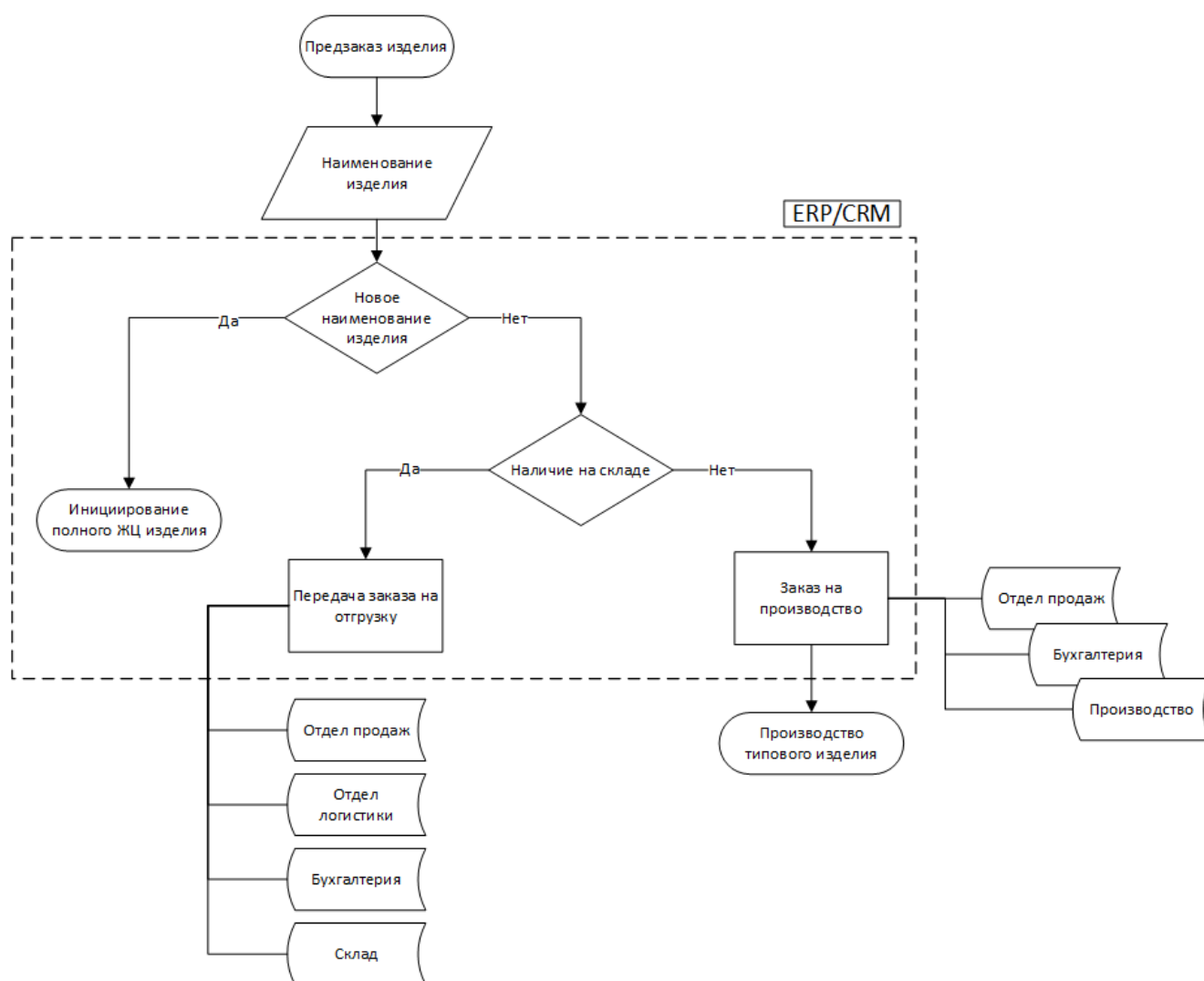


Рисунок 5. Блок-схема «Предзаказ изделия»

Центральной точкой взаимодействия АСУП является взаимодействие ERP и CRM-систем. Внедрение этих систем на предприятии движется единой целью автоматизации и оптимизации выполнения организационных и административных бизнес-процессов производства. Однако задачи и способы решения этих задач у них разные.

ERP-система (Enterprise Resource Planning) – это система планирования ресурсов и финансово-организационного управления предприятием. ERP-система является связующим звеном всех подразделений предприятия: маркетингового отдела, отдела продаж, производства, отдела логистики, складских подразделений, бухгалтерии, договорных отделов и пр. Т.е. координирует практически весь внутренний процесс финансово-управленческого сопровождения жизненного цикла производства изделия от его

заказа/инициирования до его передачи клиенту. Основные показатели изделия вносятся в систему один раз и доступны для работы всех подразделений предприятия в соответствии с ролями и правами доступа к системе. Большинство современных ERP-систем имеют расширение в виде блока ведения электронного документооборота предприятия с тесной интеграцией между собой. Применение встроенных средств документооборота рационально для предприятий, где первоначальной потребностью было внедрение системы планирования ресурсами предприятия, и лишь по прошествии времени возникла необходимость в переходе на электронный документооборот. Такой подход применим на производственных предприятиях и заводах, когда ключевое значение имеют процессы производства, снабжения, логистики и хранения физических изделий, а документооборот является сопроводительным бизнес-процессом, не играющим первоочередную роль при взаимодействии внутри подразделений предприятия и со внешними клиентами – покупателями продукции.

В настоящее время значительно выросло количество поставщиков различных товаров и услуг, что в свою очередь стимулирует поставщиков уделять более пристальное внимание качеству выпускаемой продукции, ее конкурентоспособности и долговечности использования. Продукция, предлагаемая клиентам, перестает быть уникальной и иметь локального производителя. Как правило, существуют аналоги товаров, производимые по всему миру. Клиент – покупатель продукции, перестает быть безликим и являться частью «массового потребителя», этот образ сменяет клиент как индивидуальный заказчик, удовлетворенность которого зависит от удобства и скорости его обслуживания [46]. Срок эксплуатации и удовлетворенность пользователей изделия во многом зависит не только от качества самого изделия, но и от услуг оформления заказа, ввода продукции в эксплуатацию, консультации и обучению по эксплуатации продукции (например, обучение управлению и обслуживанию роботов, станков, машин и других сложных технических многокомпонентных устройств), а также от удобства и качества постпроизводственного сопровождения и сервисного обслуживания продукции.

Услуги постпроизводственного сопровождения изделия:

- монтаж, установка, настройка и наладка;
- обучение пользователей/эксплуатационного персонала;
- консультирование пользователей/эксплуатационного персонала в процессе эксплуатации продукции;
- работа с рекламациями, ремонт, исправление инцидентов/дефектов;
- регулярное профилактическое сервисное обслуживание.

Целью внедрения CRM-системы является автоматизация и оптимизация деятельности отдела продаж/маркетингового отдела и отделов постпроизводственного сопровождения (сервисного отдела, отделов консультирования/сопровождения и работы с рекламациями). CRM-система помогает организовать и структурировать деятельность, основанную на телефонной коммуникации с пользователями, переписках по электронной почте, встречах, помогает привлечь новых клиентов и выстроить эффективные и долгосрочные отношения с постоянными клиентами. Клиентоориентированный подход позволяет повысить эффективность процессов взаимодействия с клиентами, что особенно актуально в торгово-оптовой сфере, где объемы производства и продаж зависят напрямую от долгосрочных взаимоотношений с клиентами. [17]

Основная функциональность CRM-систем:

- автоматизация продаж;
- автоматизация маркетинга;
- поддержка, сопровождение клиентов и работа с рекламациями;
- управление контактами (в т.ч. клиентами) и контрагентами;
- ведение общего делопроизводства (электронный документооборот);
- интеграция с АСУП.

Рассматривая предприятие как совокупность бизнес-процессов, стоит отдельно рассмотреть процесс документооборота компании, который затрагивает бухгалтерскую, кадровую, административную, управленческую и производственную документацию. Производственный и административный

документооборот связан с жизненным циклом производства изделия в части оформления предзаказа изделия, непосредственного производства изделия и его постпроизводственного сопровождения. Для автоматизации процесса документооборота на предприятии внедряются СЭД (СЭДО) - системы электронного документооборота (EDMS - Electronic Document Management Systems) или системы более широкого назначения ЕСМ-системы (Enterprise Content Management). Под ЕСМ-системой понимают набор технологий, инструментов и методов, используемых для сбора, управления, накопления, хранения и доставки информации (контента) всем потребителям внутри организации. «Например, для того чтобы стать ЕСМ-системой, СЭДО должна содержать средства сканирования документов, гарантировать сохранность документов, поддерживать правила хранения документов и так далее.» [43] В российской практике под ЕСМ часто понимают СЭДО, как более узкое понятие.

Областью деятельности EDM-систем является:

- задачи общего делопроизводства компании (управление входящими/исходящими/внутренними документами/поручениями);
- делопроизводство кадрового отдела/бухгалтерии;
- ведение архивов документов (документы завершающего этапа жизненного цикла производства);
- коллегиальные документы (предварительные и результирующие документы повесток дня/собраний/совещаний/заседаний совета директоров и пр.);
- управление взаимоотношениями с клиентами (т.е. ограниченный функционал CRM-систем) и построение отчетов.

Большинство современных CRM и ERP-систем также имеют расширения в виде дополнительных блоков ведения электронного документооборота и встроенные механизмы их интеграции. Из анализа функциональности CRM, ERP и EDM-систем можно выделить смежные области деятельности систем, центральным функционалом пересечения которых являются задачи общего делопроизводства компании. На рисунке 6 наглядно представлены области пересечения функционала CRM, ERP и EDM-систем.



Рисунок 6. Функциональность CRM, ERP и EDM-систем

В национальной программе развития цифровой экономики Российской Федерации в период до 2035 года [50] делается упор на внедрение отечественных программных решений в сфере информационно-коммуникационных технологий, что является неоспоримым руководством при первоначальном выборе средств управления предприятием. Но для предприятий с уже построенной информационной архитектурой систем управления остро стоит задача замещения импортных программных средств на отечественные решения, что подтверждает актуальность проблемы выбора автоматизированной системы для производственного предприятия и необходимости формулировки теоретических основ внедрения автоматизированных систем на предприятии.

При выборе средств автоматизации процессов управления предприятием и стратегии их внедрения, кроме непосредственно самих бизнес-процессов предприятия, анализируются параметры работы предприятия и его специфика:

1. Вид промышленности предприятия или отрасль деятельности (отрасль ИТ, банковской и экономической деятельности, отрасль металлообработки и

машиностроения, отрасль энергетики и нефтедобычи, сельскохозяйственная, пищевая, легкая промышленность и др.);

2. Масштаб предприятия:

- Количество рабочих мест (потенциальные пользователи системы).

3. Объем выпуска продукции

- штучное производство;
- серийное производство;
- массовое производство.

4. Объем заказов, договоров и поставок за месяц или год.

5. Специфика выпускаемой продукции/предоставляемых услуг:

- мелкое изделие (детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты);
- готовая продукция (станок, авиа- и автопром, электротехническое оборудование и др.);

- услуги;
- программное обеспечение (программа, программный блок).

6. Окружение внедряемой системы и ИТ-инфраструктура предприятия (внедренные программные комплексы, информационное обеспечение предприятия).

Большинство современных решений в области автоматизированных систем управления предприятием имеют расширения в виде дополнительных пакетов смежных возможностей, с помощью которых можно управлять основными бизнес-процессами предприятия с помощью одной АСУП. Но все дополнительные пакеты имеют ограниченный функционал, который сложно адаптировать под нужды крупного предприятия.

Для крупных производственных предприятий оптимальным решением является внедрение профильной системы в каждой группе бизнес-процессов: ERP-система для финансово-управленческих процессов, EDM-системы для документооборота и CRM-система для управления взаимоотношениями с клиентами. Для более мелких компаний внедрение крупной ERP-системы, как наиболее универсальное средство управления предприятием, может быть очень

длительное и дорогостоящее, поэтому целесообразнее использовать «коробочные» решения EDM и CRM-систем с их последующей настройкой, адаптацией под нужды предприятия и добавлением программных блоков анализа статистических данных.

Любая организация имеет свою специфику деятельности и уникальные бизнес-процесс, поэтому предварительный анализ бизнес-процессов организации позволит выстроить контролируемый процесс управления предприятием, выявить узкие места, требующие своевременной корректировки и подобрать подходящую автоматизированную систему для эффективного управления предприятием. Автоматизированные системы управления предприятием это не цель, а современные средства и технические возможности организации эффективного и успешного процесса управления и контроля деятельности подразделений предприятия.

## **2.2 Сравнительный анализ CRM-систем и особенности их применения на производственном предприятии**

Рассматривая вопрос построения модели структурного решения CRM-системы для производственного предприятия, были проанализированы существующие программные решения в этой области. При анализе выполнен подбор критериев для сравнения CRM-систем, выявлены особенности каждой системы, установлены закономерности построения существующих CRM-систем и их недостатки.

Все более возрастающая конкуренция на национальном и международном рынке ставит перед производством все новые задачи по нарастанию клиентской базы и расширению рынка сбыта продукции. Стабильное экономическое преимущество достигается при условии постоянного конкурентного превосходства выпускаемой продукции.

Мировая конкурентоспособность предприятия обеспечивается способностью «к методичному комплексному наращиванию собственных конкурентных преимуществ для ускоренного и экономичного обеспечения международного превосходства и планомерного опережения лидеров мирового рынка в интересах более полного удовлетворения (в рамках правовых, этических и экологических норм) материальных и социальных потребностей (работников, потребителей, инвесторов, собственников)». [59]

На уровень конкурентоспособности предприятия в значительной мере влияют следующие факторы:

- Уровень качества продукции, соответствующий требованиям потребителей;
- Совокупная стоимость продукции, доставки и сопровождающих услуг;
- Способность предприятия производить необходимый объем продукции в срок и поддерживать высокий уровень удовлетворенности клиентов в процессе постпроизводственного сопровождения продукции [17].

Постпроизводственное сопровождение продукции – это важный этап жизненного цикла продукции по оказанию комплекса услуг, необходимых покупателю продукции после приобретения продукции. К таким услугам можно отнести установку, сборку и настройку продукции, гарантийный и постгарантийный ремонт, регулярное сервисное обслуживание, работа с рекламациями и исправление неполадок, обучение персонала и консультативные услуги. Взаимодействие с пользователями позволяет получить обратную связь по качеству продукции и удовлетворенности пользователей, что в свою очередь используется для исправления недочетов и улучшения конкретных характеристик продукции. Постпроизводственное сопровождение продукции является необходимым этапом поддержки конкурентоспособности предприятия, а накопленный объем характеристик поступающих запросов позволяет применять механизмы статистического анализа для выявления потенциальных рисков при эксплуатации продукции. Работы постпроизводственного сопровождения продукции могут быть включены в гарантийные обязательства при продаже продукции или являться дополнительным источником доходов для предприятия.

При производстве продукции должны быть заранее учтены возможности сервисных услуг, иначе продукция может оказаться невостребованной по причине невозможности ее полноценной настройки и эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла изделия. При должном уровне компетенции специалистов существует потенциальная возможность сервисного сопровождения и поддержки продукции, уже снятой с производства, что может быть дополнительным источником дохода предприятия и являться гарантией надежности предприятия для потенциальных клиентов.

Анализ процессов постпроизводственного сопровождения становится средством изучения потребительского спроса и способствует построению долгосрочных отношений с клиентами. Статистический анализ данных постпроизводственного процесса эксплуатации продукции может быть использован при планировании выпуска продукции, эффективном распределении загруженности производства, а также при стратегическом управлении предприятием. Например, анализ сроков гарантийной замены деталей изделия, может быть использован для пополнения склада. Своевременное пополнение склада позволит избежать задержек при производстве комплектующих продукции, тем самым увеличить скорость оказания сервисных услуг и повысить удовлетворенность клиентов.

Рассматривая процесс выпуска изделия, целесообразно использовать комплексный подход к функционированию предприятия в целом и рассматривать каждый элемент предприятия как часть единой технологической и производственной среды. На основе уже проведенных отечественных исследований в современном производстве наибольшую актуальность имеет развитие информационно-технологической среды.

Современным средством организации процессов постпроизводственного сопровождения продукции в условиях цифровой трансформации являются автоматизированные системы управления взаимоотношениями с клиентами – CRM-системы (Client Relationship Management System). Целью внедрения таких систем является повышение качества продукции и эффективности одного из

вспомогательных процессов производственного предприятия - процесса сопровождения продукции, путем его постоянного контроля и автоматизации.

Проведенный анализ современной научной литературы выявил отсутствие формализованной методики построения автоматизированной системы управления постпроизводственным сопровождением и взаимоотношениями с клиентами для производственных предприятий. Опубликованные производителями CRM-систем описания рекомендаций по разработке подобного программного комплекса являются в большей степени инструкциями по эксплуатации и не освещают вопросы определения критериев подбора оптимальной системы для производства. Закономерности построения структуры таких систем на производстве требуют детального исследования и сравнительного анализа существующих решений в области автоматизированных систем управления постпроизводственным сопровождением и взаимоотношениями с клиентами.

На мировом рынке программных решений существует ряд крупных и широко известных производителей, которые давно зарекомендовали себя как лидеры в данной области. Данные решения имеют ряд преимуществ в виду наличия обширного функционала и продолжительного опыта тиражирования и адаптации типовых решений. Но такие решения могут быть слишком сложные и дорогостоящие для средних и малых предприятий, и специализируются, в основном, на крупных предприятиях и даже группах компаний с количеством потенциальных внутренних пользователей в несколько десятков тысяч человек. Такие системы также могут быть внедрены на масштабных территориально-распределенных предприятиях. Нынешняя политическая ситуация с тенденцией замещения программных продуктов импортного производства на современные отечественные разработки заставляет потенциальных пользователей CRM-систем искать оптимальное решение для производства среди ограниченного количества поставщиков. Актуальность этой задачи дает стимул для определения критериев подбора таких систем по их функциональным возможностям, на основе которых должны быть выявлены функциональные зависимости структуры системы от особенностей производства, выявлены необходимые характеристики системы и

сформирована универсальная структура CRM-системы для производственного предприятия.

Проведем сравнительных анализ актуальных решений для организации и автоматизации процессов взаимодействия с клиентами производственного предприятия.

Многие современные российские разработки ориентированы на малый бизнес в секторе предоставления услуг (медицинских, косметический, развлекательный и пр.). Такие системы направлены на организацию процедуры записи на услуги, обслуживание очереди, управление системой лояльности, анализ востребованности услуг и построение рекламной компании. Поэтому при подборе систем для дальнейшего анализа рассмотрим только отраслевые решения, подходящие для производственных предприятий, а также предприятий по разработке и поддержке программного обеспечения, как одного из видов продукции.

Из числа зарубежных разработок рассмотрим Microsoft Dynamic CRM и Oracle Siebel CRM, как наиболее известных лидеров данного сектора. Данные продукты имеют обширный функционал и возможность интеграции с собственными решениями по управлению предприятием. Решение от Microsoft до недавнего времени стремительно укрепляло свои позиции на российском рынке за счет понятной и удобной архитектуры и возможности глубокой настройки. В виду постоянного роста ограничений на внедрение и поддержку таких систем на территории России, основной упор при анализе сделаем на российские разработки данной области с полноценной возможностью развития, адаптации, дополнения и сопровождения CRM-систем.

При анализе потенциальных CRM-систем для внедрения на производстве определим тип рассматриваемого производства. Для единичного и мелкосерийного производства необходимо учитывать объем потенциальной клиентской базы. Если производство нацелено на конкретного покупателя или небольшой группы покупателей, а обслуживанием и сопровождением продукции занимается ограниченный круг высококвалифицированных специалистов,

работающих в отлаженном режиме, то внедрение дополнительных автоматизированных систем для управления их работой может усложнить весь процесс, не принося выгоды для предприятия в перспективе.

Серийное и массовое производство предполагает большие объемы продукции и более широкую клиентскую базу сбыта продукции, что усложняет контроль за процессом взаимодействия с клиентами и построением эффективного процесса сопровождения и сервисного обслуживания продукции. Следовательно, вопрос внедрения автоматизированной системы управления постпроизводственным сопровождением и взаимоотношениями с клиентами становится наиболее актуальным для средних и крупных предприятий серийного и массового производства.

Рассмотрим современные CRM-системы, предлагаемые российскими производителями. Исследуя область применения систем, выберем для дальнейшего анализа системы: Битрикс 24, 1С: CRM, Мегаплан, ELMA 365, BPM Soft.

Значительно отличается среди других CRM-систем линейка программных продуктов ELMA 365 от российской компании ELMA и платформа BPM Soft от производителей из группы компаний «ЛАНИТ». Данные продукты являются Low-code платформой для автоматизации внутренних бизнес-процессов предприятия и управления взаимоотношениями с клиентами. Это отличие позволяет выделить данные решения среди линейки схожих CRM-систем. Такой подход позволяет силами заказчика без непосредственного кодирования построить программное приложение и автоматизировать бизнес-процессы. Значительным преимуществом продукта ELMA 365 являются собственные методы автоматизации и роботизации бизнес-процессов, с помощью искусственного интеллекта, чат-ботов и компьютерного зрения.

Один из мировых основоположников систем электронного документооборота SAP дает следующее определение современному подходу к разработке программных приложений: «Low-code — это метод проектирования и разработки приложений с помощью интуитивно понятных графических инструментов и

встроенных функций, которые снижают традиционные (профессиональные) требования к написанию кода. Профессиональное программирование остается частью процесса разработки, но разработка low-code поддерживает дополненный и упрощенный опыт, который обычные пользователи могут быстро освоить.» [77]

Продукты российских лидеров Битрикс 24 и 1С в области систем документооборота, управление предприятием и бухгалтерского учета представляют свои собственные модули для организации CRM-системы. Данные модули обеспечивают легкую интеграцию с продуктами основной линейки производителя, что является их главным преимуществом при сравнении с альтернативными решениями.

Еще одной CRM-системой, которая рассматривается в данной работе, является Мегаплан от одноименной компании. Этот продукт был разработан как CRM-система для собственных нужд компании, на основе практического опыта и потребностей предприятия. За основу была взята модель SaaS (Software as a Service) как один из типов современных облачных решений. «Согласно этой модели, поставщик услуги разрабатывает программное обеспечение, разворачивает его на своих вычислительных мощностях, обслуживает и предоставляет клиентам доступ к приложению как к готовому интернет-сервису. Заказчиком программного обеспечения может быть как организация, так и физическое лицо.» [78] Данный подход будет полезен предприятиям, не имеющим возможности «развернуть» собственную серверную часть CRM-системы. Решение от Мегаплан не имеет собственных продуктов управления предприятием, но имеет возможность интеграции с известными российскими решениями в области управления предприятием, а также значительный опыт интеграции с услугами телефонии.

Многие современные решения в сфере CRM-систем делают упор на разработку мобильных приложений и систем, но для производственных предприятий, особенно в сфере машиностроения, наиболее подходящим будет консервативная полноценная версия системы.

### **2.3 Критерии подбора CRM-системы управления сопровождением продукции и взаимоотношениями с клиентами производственного предприятия**

При анализе функциональных возможностей и структуры потенциальных систем были подобраны критерии сравнения CRM-систем, актуальных для внедрения на производстве, выявлены особенности каждой системы и установлены закономерности построения существующих CRM-систем, удовлетворяющих потребностям производственного предприятия.

Для оценки уровня удовлетворенности выбранным критериям была введена рейтинговая системы, где:

- 0 баллов – отсутствие функциональности,
- 1 балл – базовая (минимальная) реализация функциональности,
- 2 балла – частичная реализация функциональности (не в полной мере),
- 3 балла – полная реализация функциональности, достаточная для достижения целей и решения поставленных задач.

Данные для анализа были получены в результате практического использования и изучения функциональности каждой системы. Полученные результаты сравнительного анализа представлены в таблице 2.

Критерии сравнения выбранных систем указаны в левом столбце таблицы 2 – «Сравнительная характеристика». Перечень выбранных критериев и рейтинговая системы оценки позволяет отобразить уровень проработки функциональности решения со стороны поставщиков выбранных систем. В правой части таблицы дана цифровая оценка проработки функциональности каждым производителем рассматриваемых систем.

Далее приведено описание каждой сравнительной характеристики системы для оценки значимости конкретной функциональности для производственного предприятия. Установлены взаимосвязи указанных характеристик со структурой CRM-системы, необходимой для эффективного использования и удовлетворения потребностям производственного предприятия [13].

Таблица 2. Сравнительный анализ CRM-систем для организации процессов взаимодействия с клиентами  
производственного предприятия

№ пп	Сравнительная характеристика	Microsoft Dynamic CRM	Oracle Siebel CRM	Битрикс 24	1С: CRM	Мегаплан	ELMA 36 5	BPM Soft
1	Удобство и простота использования (usability)	3	2	2	2	2	3	3
2	Интеграция с системами управления предприятием	3	3	3	3	3	2	2
3	Интеграция с IP-телефонией и СМС-каналами	3	3	3	3	2	3	2
4	Открытость кода и возможность настройки	2	1	1	1	2	3	3
5	Облако	3	3	3	3	3	0	3
6	Сервер	3	3	3	3	3	3	3
7	Гибкость системы	3	3	3	3	1	2	2
8	Мобильное приложение	3	3	3	3	3	3	0
9	Портальное решение для клиентов предприятия	0	2	1	1	0	1	2
10	Потребители продукта	Крупные и средние компании от 10-20 человек до десятков тысяч рабочих мест	Крупные компании с десятками тысяч рабочих мест	Крупные территориально-распределенные компании или холдинги с большим количеством пользователей	Крупные предприятия	Мелкие компании, маркет-плейсы	Средние и мелкие компании	Средние компании, в т.ч. производственные предприятия
	<b>Итого</b>	23	23	22	22	19	20	20

**Удобство и простота использования (usability)** – «юзабилити можно считать главной мерой качества программного обеспечения. Суть заключается в создании такого программного обеспечения, которое способно лучше поддерживать работу реальных людей». [41] Основной задачей внедрения рассматриваемых CRM-систем является автоматизация процессов управления взаимоотношения с клиентами на производстве, поэтому графический интерфейс и встроенные механизмы, реализованные в системе, должны коррелировать с внутренними процессами и задачами предприятия. Автоматизированная система не должна навязывать или вынуждать пользователей выполнять какие-либо действия, а должна ориентироваться на способ их мышления. Потенциальные пользователи системы – это сотрудники отделов маркетинга, сопровождения и сервисного обслуживания и работы с рекламациями, зачастую имеющие консервативные взгляды на ведение привычных процессов. Поэтому система должна обладать понятным интерфейсом, не требующим специальной подготовки пользователей.

**Интеграция с системами предприятия** показывает степень реализованного интеграционного взаимодействия системы с управленческими системами предприятия внутри одного производителя и между сторонними производителями систем. Данный показатель имеет первостепенное значение для производства, так как CRM-системы являются системами автоматизации непроизводственных (вспомогательных) процессов, таких как продажа продукции и ее дальнейшее сопровождение, сервисное обслуживание, работа с рекламациями. Задача автоматизации этих процессов на производственном предприятии не является первоочередной и обычно решается после автоматизации основных процессов производства и управленческих процессов финансового и юридического обеспечения. Поэтому внедрение CRM-системы требуется осуществить в действующий программно-аппаратный комплекс АСУП, таких как ERP-системы и СЭД.

**Интеграция с IP-телефонией и СМС-каналами** наиболее актуальна для предприятий при наличии собственной сервисной службы и сервисного

центра. Данный вид интеграции позволяет фиксировать в автоматизированной системе данные по представленным каналам связи с клиентами и учитывать эту информацию в маркетинговых исследованиях, рекламных мероприятиях и при планировании производства продукции.

**Открытость кода и возможность настройки** имеет значительные преимущества для предприятия, имеющего в штате технических специалистов с минимальным опытом программирования и настройки систем. Открытый код или Low-код позволяет выполнять настройку и адаптацию автоматизированной системы собственными силами предприятия без затрат на внешних разработчиков.

Все рассматриваемые при анализе автоматизированные системы имеют **возможность серверного размещения** и у большинства имеется актуальный **функционал по размещению системы в облаке**. Для средних и крупных производственных предприятий свойственно наличие собственных серверов, поэтому облачное размещение нельзя считать значительным преимуществом для таких систем.

**Оценка гибкости системы** проводится по потенциальным возможностям масштабируемости системы при увеличении количества внутренних пользователей системы или значительном увеличении клиентской базы.

Большинство современных CRM-систем имеют **мобильную версию системы**. Факт наличия штатного мобильного приложения не является решающим для автоматизированной системы, внедряемой на производстве. Для сотрудников производственного предприятия требуется размещение CRM-системы на стационарных компьютерах. Скорость реакции сервисных, финансовых и менеджерских служб производственного предприятия обычно исчисляется днями, поэтому нет необходимости использовать мобильные приложения для оперативного реагирования и срочного решения запросов клиентов.

В таблице 2 также приведен результат сравнения **целевой аудитории потребителей** рассматриваемых систем. Крупные и широко известные системы Битрикс 24 и 1С: CRM предлагают системы со значительным запасом производительности и возможностями масштабируемости. Но большая стоимость этих систем заставляет малые и средние предприятия рассматривать для внедрения более бюджетные варианты систем, например, рассмотренные Мегаплан, ELMA 365, BPM Soft.

**Наличие порталного решения для клиентов предприятия** не является обязательной функциональностью CRM-систем и до недавнего времени вообще игнорировалось крупными производителями, что подтверждают невысокие оценочные баллы и значение «0 – отсутствие функциональности» в графе «Портальное решение для клиентов предприятия» сравнительной таблицы 2. Функциональность порталных решений наименее развита в типовых решениях CRM-систем, в виду сложности унификации данных решений и ограниченности сферы применения преимущественно производственными предприятиями с собственными сервисными службами. Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что существующие решения не способны обеспечить полноценное прямое взаимодействие клиентов с встроенными механизмами CRM-системы, а задача развития порталных решения для производственных предприятий является актуальной и перспективной, обеспечивая возможность автоматизации процессов постпроизводственного сопровождения, сервисного обслуживания продукции предприятия и работы с рекламациями клиентов.

Портальные web-решения для служб сопровождения, сервиса и рекламационного отдела производственного предприятия значительно отличаются от web-сайтов интернет-магазинов, развиваемых в большом объеме в настоящее время. Портальные сервисные web-решения направлены на долгосрочное взаимодействие с зарегистрированными клиентами и предоставляют доступ клиентам в соответствии с их предустановленными

правами. Портальные web-решения для CRM-систем представляют собой интернет-площадку для прямого взаимодействия служб сопровождения и сервисного центра с зарегистрированными клиентами, с помощью которой можно накапливать, структурировать и фильтровать данные. На основе полученных данных можно проводить экономический анализ, выстраивать механизмы планирования производства, а также подключать алгоритмы интеллектуального анализа данных и принятия взвешенных управленческих решений.

Результаты анализа позволяют сформулировать требования к CRM-системе для производственного предприятия, с учетом которых разработана универсальная структура системы управления сопровождением продукции для производственного предприятия на основе портального web-решения, обеспечивающие сбор, хранение, обработку и интеллектуальный анализ данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) для автоматизации и эффективной работы служб сопровождения и сервиса предприятия.

#### **2.4 Разработка структуры CRM-системы с учетом особенностей и потребностей производственного предприятия**

На основе проведенного сравнительного анализа характеристик существующих CRM-систем и выявленных требований к таким системам для производственных предприятий, разработана универсальная структура CRM-системы на основе портального web-решения для автоматизации и оптимизации работы служб сопровождения, сервиса и отдела рекламаций предприятия. Полученная структура представлена на рисунке 7. Красным цветом на схеме обозначено предлагаемое портальное web-решение для производственного предприятия, обеспечивающее сбор, хранение, обработку и интеллектуальный анализ данных.

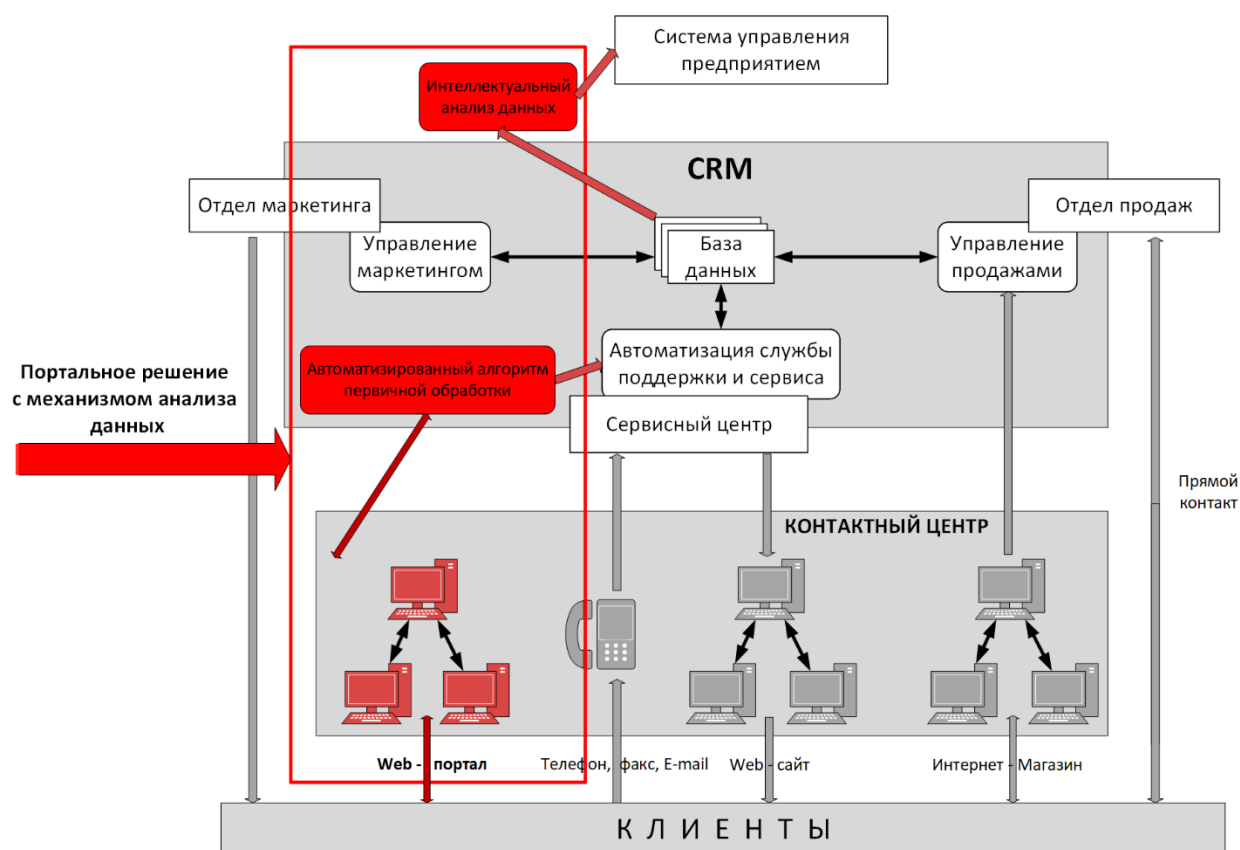


Рисунок 7. Структура системы управления сопровождением продукции предприятия

Базовые элементы системы представляют собой главные функциональные возможности [58]:

- Управление продажами или автоматизация деятельности продавцов/производителей (SFA – Sales Force Automation);
- Управление маркетингом или автоматизация маркетинга (MA – Marketing Automation);
- Автоматизация службы поддержки и сервиса, управление клиентским обслуживанием и Call-центрами (CSS Customer Service & Support).

Предлагаемое порталное решение, построенное с помощью web-технологий, позволяет автоматизировать монотонные операции и выстроить контролируемый процесс обработки запросов клиентов, тем самым уменьшить время реакции на обращение клиента и снизить время незапланированного простоя сервисной службы. Усовершенствование механизмов работы данного блока делает возможным повысить эффективность услуг сопровождения, сервисного обслуживания и работы с

рекламациями производственного предприятия, что в свою очередь найдет отражение в повышении лояльности клиентов.

На основе анализа требований потенциальных пользователей CRM-систем на производственных предприятиях, порталные web-решения имеют большой потенциал для автоматизации постпроизводственных процессов. Для большей эффективности работы предприятия порталное web-решение предлагается дополнить алгоритмом интеллектуального анализа данных запросов пользователей на основе СППР (системы поддержки принятия решений), что позволит организовать эффективный процесс постпроизводственного сопровождения продукции и установить взаимосвязи процесса сопровождения с процессами производства для повышения качества продукции, выявить потенциальные риски возникновения дефектов продукции и принять управленческие решения по их предотвращению, автоматизировать процесс планирования производства, оптимизировать загруженность производственного оборудования и сервисных служб, нарастить выпуск продукции, увеличить прибыльность предприятия и, как следствие, поднять уровень конкурентоспособности предприятия. «Истоки финансовых показателей лежат в области производственной деятельности, производственная эффективность проявляется и во многом определяет финансовую эффективность и финансовые обобщающие показатели» [82].

Алгоритмы автоматизированной обработки и интеллектуального анализа данных запросов, поступающих через порталное web-решение предприятия, встроенные в структуру CRM-системы, позволят автоматизировать процесс первичного рассмотрения запросов клиентов, выстроить контролируемый процесс сервисного обслуживания продукции, сформировать отчеты на основе анализа статистических данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) продукции, для повышения эффективности вспомогательных процессов предприятия постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции.

Разработанная структура CRM-системы применима для производственных предприятия серийного и массового производства.

## **2.5 Выявление закономерностей при анализе бизнес-процессов предприятия для построения CRM-системы производственного предприятия**

По оценкам отечественных ученых в области развития цифровой экономики, «производительность труда в России 3,5-4 раза ниже, чем в развитых странах.» «Решение данного фундаментального вопроса многие ученые видят в том, чтобы делать упор на развитие среды, способствующей генерации инноваций, и, в частности, на развитие человеческого капитала, а также активно имплементировать цифровые технологии в реальный сектор» [3]. В результатах проведенных исследований основной упор рекомендуется делать на промышленный сектор, как наиболее востребованный в России в период применения международно-правовых мер по ограничению использования продукции зарубежных производителей [3].

Актуальным вопросом автоматизации и цифровизации производственных процессов является внедрение автоматизированной CRM-системы управления постпроизводственным сопровождением и взаимоотношениями с клиентами в структуру функционирующего предприятия. Решение о разработке собственной автоматизированной системы или выбор подходящего «коробочного» решения должно приниматься по результатам глубокого анализа бизнес-процессов предприятия и подробного сравнительного анализа существующего многообразия программных решений в этой области.

По результатам проведенного изучения деятельности российского предприятия по производству многокомпонентной сборочной продукции – банковских устройств самообслуживания, и практическому опыту

проведения процедуры миграции предприятия с CRM-системы зарубежного производителя на отечественное решение, было подготовлено описание этапов построения CRM-системы на примере проведения исследований структуры бизнес-процессов предприятия и формализация результатов подготовительных работ для последующего эффективного внедрения CRM-системы. Подготовлена концептуальная модель процесса управления сопровождением продукции и взаимоотношениями с клиентами с применением возможностей современных CRM-систем. При целостной предварительной проработке поставленной задачи и анализе действующей структуры предприятия, непосредственное внедрение «коробочного» решения CRM-системы сводится к настройке выбранного программного средства под задачи предприятия. От качества и глубины проведенной аналитической работы зависят и сроки внедрения системы, которые могут сократиться от 1-2 лет до 1-2 месяцев для среднего предприятия.

Задачи предварительного анализа включают в себя:

- Изучение предприятия в целом;
- Формализация основных бизнес-процессов с учетом особенностей производства;
- Построение логической модели CRM-системы;
- Анализ актуальных CRM-систем и подбор оптимального решения;
- Разработка структура системы, применительно к особенностям существующей инфраструктуры предприятия;
- Построение структуры базы данных или расширение существующей и дальнейшая интеграция.

Далее будут рассмотрены первые этапы предварительного анализа предприятия.

Процесс взаимодействия с клиентами и предоставления услуг сопровождения и сервисного обслуживания напрямую влияют на удовлетворенность клиентов и, как следствие, на долгосрочность этих отношений. Более глубокое изучение процесса взаимодействия с клиентами

показало значимость клиентоориентированного подхода при оценке эффективности внедрения CRM-системы. [17] В рамках жесткой конкуренции большое значение имеет эффективный уровень обслуживания и сервиса продукции предприятия. «Во избежание проблем в будущем требуются главным образом постоянство цели и приверженность улучшению конкурентных позиций, чтобы сохранить жизнеспособность компании и обеспечить рабочие места сотрудникам» [31]. CRM-система – как один из способов цифровизации бизнес-процессов, которая при должной отладке нацелена на повышение заинтересованности клиентов в выпускаемой продукции, повышение уровня удовлетворенности клиентов, улучшение внутренних условий труда сотрудников и уровня взаимодействия внутри предприятия и внешнего взаимодействия с клиентами, а также механизма поддержки принятия управленческих решений на предприятии.

Выполним детальный анализ бизнес-процесса продажи продукции, как первого этапа процесса взаимодействия с клиентами, на примере которого выявим закономерности построения и формализации бизнес-процесса и обозначим методы оптимизации непроизводственных (вспомогательных) бизнес-процессов компании. Бизнес-процесс продажи продукции инициирует первоначальное взаимодействие с клиентами. Все отношения с клиентами и партнерами происходят в рамках подписанных договоров, регламентирующих условия продажи продукции и уровень обслуживания. Проведем декомпозицию бизнес-процесса продажи продукции на следующие подпроцессы, которые будут отслеживаться в проектируемой системе: заключение договора, подготовка сопроводительных документов (пользовательской документации, сертификатов, лицензий, гарантийных талонов с привязкой к серийному номеру), передача продукта клиенту. Рассматривая предприятия производства узкопрофильной продукции, к которой относится продукция рассматриваемого предприятия – банковские устройства самообслуживания, можно выявить закономерность в отсутствии подпроцесса привлечения клиентов путем массовых рассылок, обзвон,

таргетированной рекламы, который может быть развит на других предприятиях массового производства товаров широкого потребления. Данную функцию выполняют управляющие подразделения предприятия в подпроцессе стратегического управления. В основе отношений с клиентами таких производств лежит долгосрочность и доверительность отношений.

Все договора с клиентами являются в системе сущностями – «Контракт на продажу продукции и услуг» и разбиваются по типам:

- Договор продажи;

Договор купли-продажи основного вида продукции предприятия.

- Договор Гарантийного сопровождения;

Договор вступает в силу после даты его подписания и действует на протяжении установленного гарантийного срока.

- Договор Постгарантийного сопровождения;

Договор может быть заключен после истечения срока гарантийного сопровождения и не ограничен по обслуживанию или иметь ограничения по количеству запросов в службу сопровождения/сервисную службу/отдел рекламации предприятия, по комплектующим, на которые распространяется постгарантия;

- Абонементное сопровождение;

Договор может быть заключен после истечения срока гарантийного сопровождения и по условиям договора имеет ограничения по количеству запросов в службу сопровождения/сервисную службу/отдел рекламации предприятия.

Для договоров Гарантийного и Постгарантийного обслуживания существует понятие «Повременное обслуживание». Т.е. для договоров данного типа может быть установлен срок действия договора или общее количество часов/дней, затраченных на обслуживание. Такое разграничение оправдано в случае почасовой оплаты за услуги сопровождения/сервисного обслуживания.

На основании зарегистрированных в системе действующих Контрактов должно производиться обслуживание клиентов предприятия.

Услуги сопровождения обеспечиваются первой и второй линиями поддержки. Первая линия поддержки предполагает непосредственную коммуникацию с клиентами по средствам телефонного общения, через электронную почту или разбор запросов клиентов через клиентский портал. Вторая линия поддержки не занимается непосредственным общением с клиентами и участвует в разборе, тестирование внештатных ситуаций и ремонте. По результатам обзора профильной литературы, одной из эффективных практик взаимодействия с клиентами является принцип работы через «ситуационных менеджеров – единственный контакт со внешней средой». «Ситуационный менеджер, действующий в качестве буфера между все еще сложным процессом и клиентом, ведет себя с последним так, как будто он отвечает за осуществление всего процесса, хотя на самом деле это не так» [73]. Такие сотрудники оказывают консультативные услуги клиентам по эффективному внедрению продукции, ее наладке, настройке и запуску в эксплуатацию, а также продолжают взаимодействовать с клиентами на протяжении всего периода эксплуатации продукции по вопросам сопровождения, сервисного обслуживания и работе с рекламациями.

Так как CRM-системы потенциально могут охватывать все основные и поддерживающие (обеспечивающие) процессы предприятия по продаже и сопровождению сделки, предоставлению услуг, дальнейшей постпродажной работе с клиентами, а также частично финансовое и юридическое обеспечение, то имеет смысл применить принцип декомпозиции и рассматривать отдельно только основные бизнес-процессы компании, требующие автоматизации. CRM-системы нельзя рассматривать только как механизм автоматизации, необходимо предусмотреть «как мы можем использовать новые технологические возможности для повышения эффективности либо рационализации, либо усовершенствования того, что мы уже делаем?» [73].

## 2.6 Разработка формального описания бизнес-процессов для построения CRM-системы производственного предприятия

Инициирование взаимодействия с клиентом происходит при поступлении запроса клиента о покупке продукции предприятия. В настоящем разделе зафиксированы результаты исследования основного вида деятельности предприятия по продаже продукции, выявлены ключевые особенности для дальнейшего внедрения системы управления взаимоотношениями с клиентами, зафиксированы главные сущности проектируемой системы и их взаимосвязи. Детализированы основные бизнес-процессы предприятия, требующие автоматизации и построены наглядные логические модели подпроцессов будущей системы. «Описание процесса на верхнем (логическом) уровне – это его принципиальная схема» [65].

На рисунке 8 представлена общая верхнеуровневая структура процесса обработки входящего запроса о покупке выпускаемой продукции через CRM-систему производственного предприятия. [18]

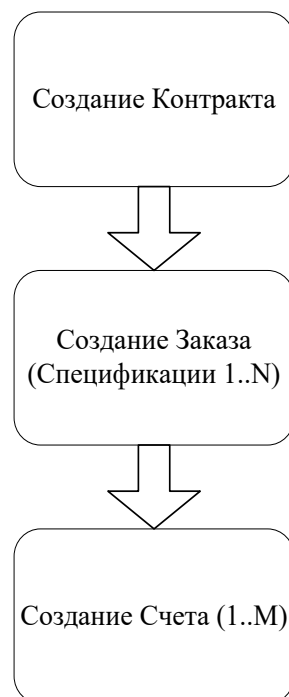


Рисунок 8. Процесс обработки входящего запроса о покупке продукции через CRM-систему предприятия

Рассматривая особенности производственного предприятия с производством узкопрофильной продукции, основные покупатели продукции – это постоянные клиентские организации, взаимоотношения с которыми регулируются основным договором между организациями на поставку и сопровождение продукции. Первым этапом процесса продажи продукции предприятия является подписание основного контракта с клиентской организацией, который Менеджер договорного отдела обязан зарегистрировать в системе. Заведенный в системе Контракт является основанием для оформления Заказов (Спецификаций), продажи и дальнейшего сопровождения продукции на этапе его эксплуатации.

Заказ (Спецификация) детализирует условия продажи конкретной продукции: расценки, наименование продаваемых компонентов, тип заказа (продажа продукции или услуг), гарантийные условия, сроки поставки, адрес поставки. Менеджеру по заказам необходимо завести в системе Заказ (Спецификацию) с соответствующими параметрами заказа. Данный Заказ (Спецификация) должен быть связан с Контрактом, по которому происходит продажа. Количество Заказов по одному Контракту может быть неограниченное или ограничен условиями Контракта (количеством поставленной продукции или общей суммой приобретенной продукции), таким образом, тип взаимоотношений между объектами системы Контракт – Заказ будет «один-ко-многим».

Следующим этапом оформления продажи продукции является обязательное создание Счета. Счет может дублировать информацию Заказа или по одному Заказу может быть выписано несколько счетов, например, если продажа и поставка продукции по данному Заказу происходит в несколько партий или используется разбиение счетов на авансовый и окончательный платеж. В этом случае, общая сумма Заказа автоматически будет складываться из всех выписанных счетов. Тип взаимоотношений между объектами Заказ – Счет будет «один-ко-многим».

Процесс продажи продукции предприятия дополняется этапами непосредственной поставки и передачи продукции. Для производственного предприятия данные этапы могут включать:

- оформление акта приема-передачи;
- печать сопроводительных документов (лицензии, гарантийного талона, сопроводительной документации с описанием особенностей эксплуатации);
- создание заявок на отгрузку со склада;
- заказ транспорта;
- оформление пропусков на транспорт;
- оформление доверенности на сотрудников транспортной службы;
- оформление накладных;
- выезд сервисного инженера для установки и настройки оборудования;
- обучение персонала, занимающегося непосредственной эксплуатацией продукции.

На рисунке 9 представлен бизнес-процесс обработки входящего запроса о покупке продукции производственного предприятия в CRM-системе, с уточнениями, применимыми к производственному предприятию.

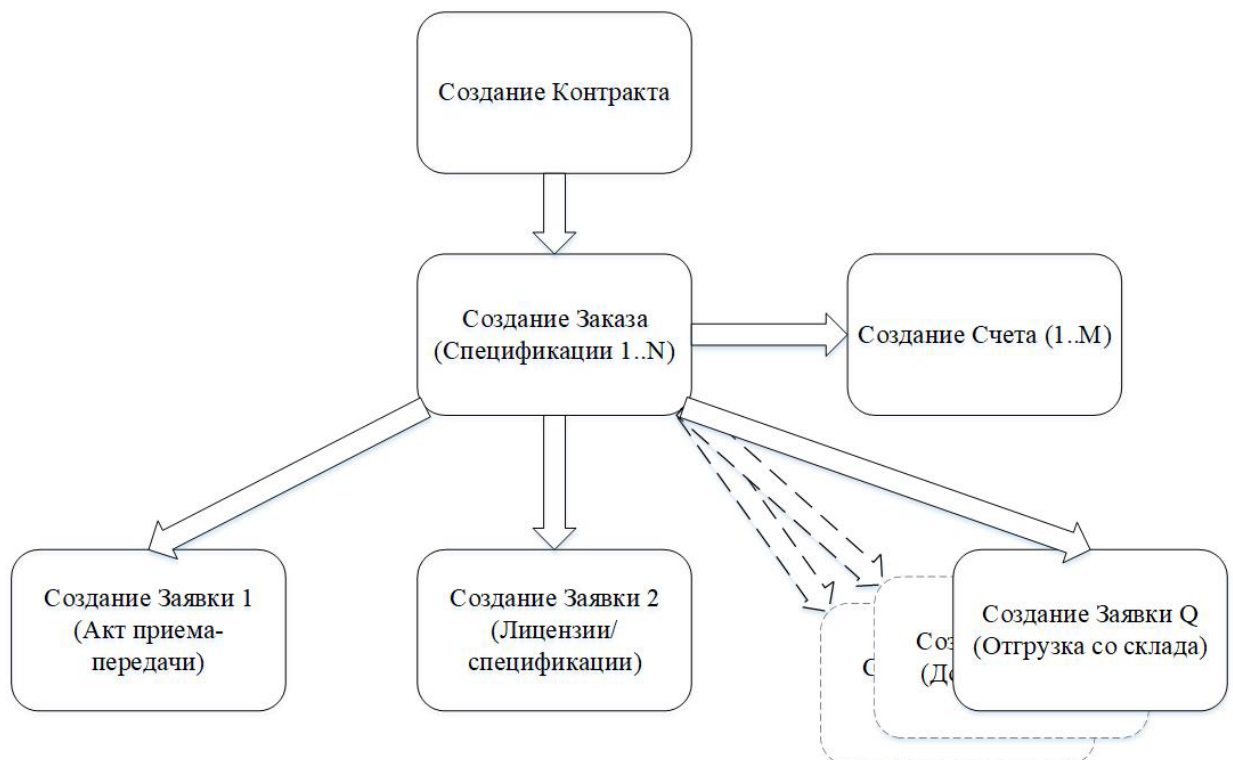


Рисунок 9. Процесс обработки входящего запроса о покупке продукции

Каждый выявленный подпроцесс рассматриваемого бизнес-процесса предприятия влияет на модель будущей системы и представляет собой одну из сущностей CRM-системы.

После регистрации Контракта, создания Заказа и выписки Счета на приобретение продукции необходимо создать заявки на поставку и передачу продукции.

Система управления постпроизводственным сопровождением и взаимоотношениями с клиентами является сложной системой и существует на стыке различных бизнес-процессов компании. Моделирование будущей системы позволит сузить рассматриваемую проблему и акцентировать внимание в каждый момент на отдельном ее аспекте. «Моделирование позволяет решить четыре различные задачи:

1. Визуализировать систему в ее текущем или желательном для нас состоянии;
2. Описать структуру или поведение системы;
3. Получить шаблон, позволяющий сконструировать систему;
4. Документировать принимаемые решения, используя полученные модели.» [12]

Для построения логической модели системы необходимо определить список потенциальных ролей и права доступа пользователей к системе. Система управления взаимоотношениями с клиентами является внутренней системой предприятия с разграничением прав доступа для сотрудников компании. Администратор системы имеет полный доступ к функциональности системы. При рассмотрении бизнес-процесса обработки входящего запроса о покупке продукции задействованы сотрудники предприятия с ролями менеджера договорного отдела, менеджера по контактам, менеджера по заказам, бухгалтера, специалиста по выпуску спецификаций (серийных номеров, лицензий, заявок на поставку, отгрузку, выпуск сопроводительных документов и прочих действий по сопровождению сделки). Доступ для просмотра информации по действующим договорам,

спецификациям должен быть предоставлен сотрудникам отдела сопровождения, сервиса («ситуационным менеджерам») и отдела рекламаций для дальнейшей работы с клиентами.

При проектировании будущей системы элементы системы представлены графически, чтобы избежать избыточности текстов и возможных несогласованностей. Для построения диаграмм выбран стандартизированный язык моделирования UML (Unified Modeling Language), широко используемый для построения моделей информационных систем. «С помощью UML можно разработать детальный план создаваемой системы, содержащий не только ее концептуальные элементы, такие как системные функции и бизнес-процессы, но и конкретные особенности, например классы, написанные на каком-либо языке программирования, схемы баз данных и повторно используемые программные компоненты» [12].

Далее построена диаграмма вариантов использования системы (Use-Case Diagram), представленная на рисунке 10, которая в наглядном виде описывает функционал системы процесса сопровождения и сервисного обслуживания, с разграничением прав доступа определенным группам пользователей. Группы пользователей разделены по смысловому значению и правам, которыми их наделяет администратор системы. В шаблонном проектировании диаграммы вариантов использования центральное положение занимает функционал системы, а слева и справа на диаграммы отдельно разносят внутренних и внешних пользователей системы. Стандартная CRM-система является внутренней системой предприятия и не имеет прямого доступа со стороны клиентов, все действия в системе выполняются ответственными сотрудниками предприятия, поэтому для большей читабельности диаграммы элементы пользователей системы размещены по кругу. Клиентам предоставляется доступ в CRM-систему через web-портальное решение с отдельным механизмом аутентификации на стороне web-портального решения. [18]

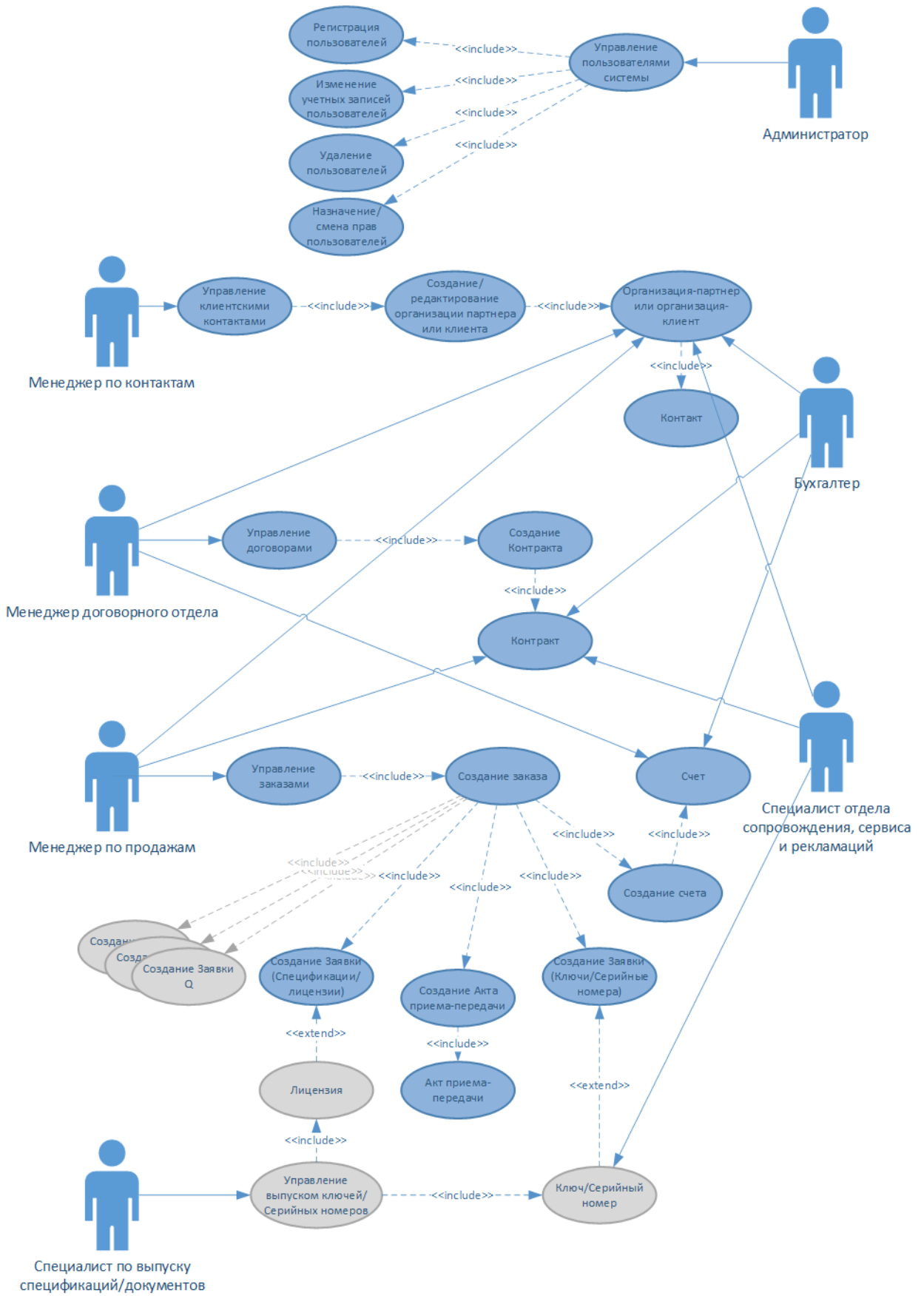


Рисунок 10. Диаграмма вариантов использования для бизнес-процесса обработки входящего запроса клиента

После определения ролей в системе и основных функций бизнес-процесса продажи продукции перейдем к построению концептуальной модели будущей системы бизнес-процесса обработки запроса клиента о покупке продукции – рисунок 11. Концептуальная модель описывает основные сущности проектируемой системы и их взаимосвязи для бизнес-процесса обработки входящего запроса о покупке продукции, актуального для любого производственного предприятия. [23]

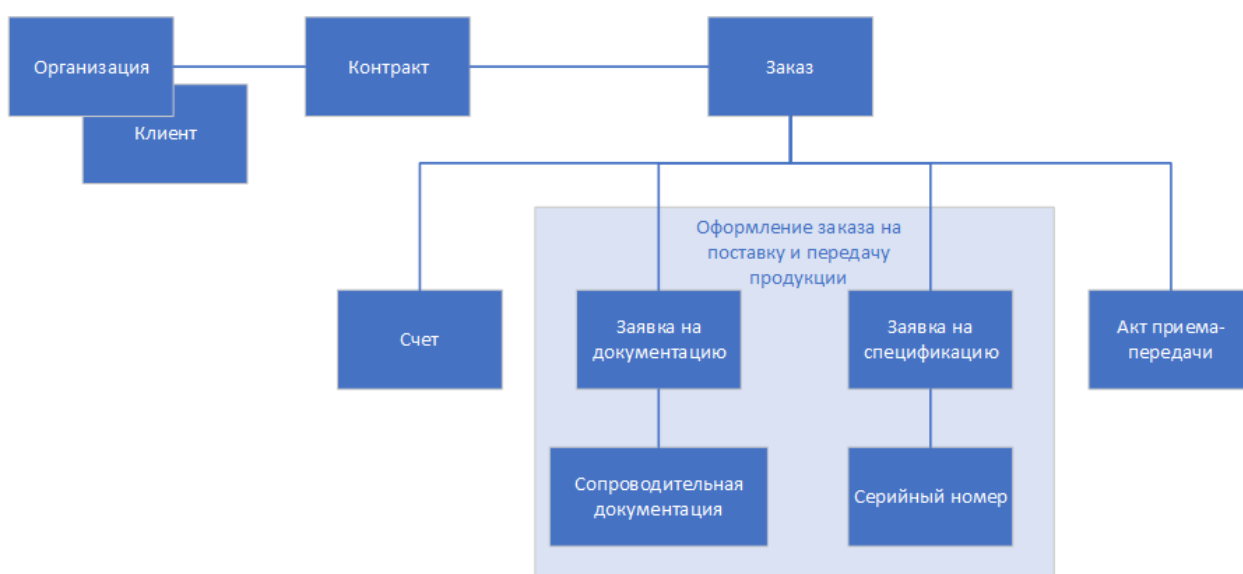


Рисунок 11. Концептуальная модель CRM-системы для бизнес-процесса обработки входящего запроса о покупке продукции предприятия

В структуре предприятия выделены следующие типовые сущности, представленные на концептуальной модели рассматриваемого бизнес-процесса: организация, клиент организации, контракт, заказ, счет, акт приема-передачи, а также модель дополняется специализированными элементами системы, адаптируемыми под специфику конкретного предприятия: заявка на выпуск документации и сопроводительная документация, заявка на выпуск спецификации, выпуск серийного номер продукции, гарантийный талон. На основе этой модели построим универсальную логическую модель данных в виде UML-диаграммы классов со списком атрибутов каждой рассматриваемой сущности. Полученная диаграмма представлена на рисунке 12.

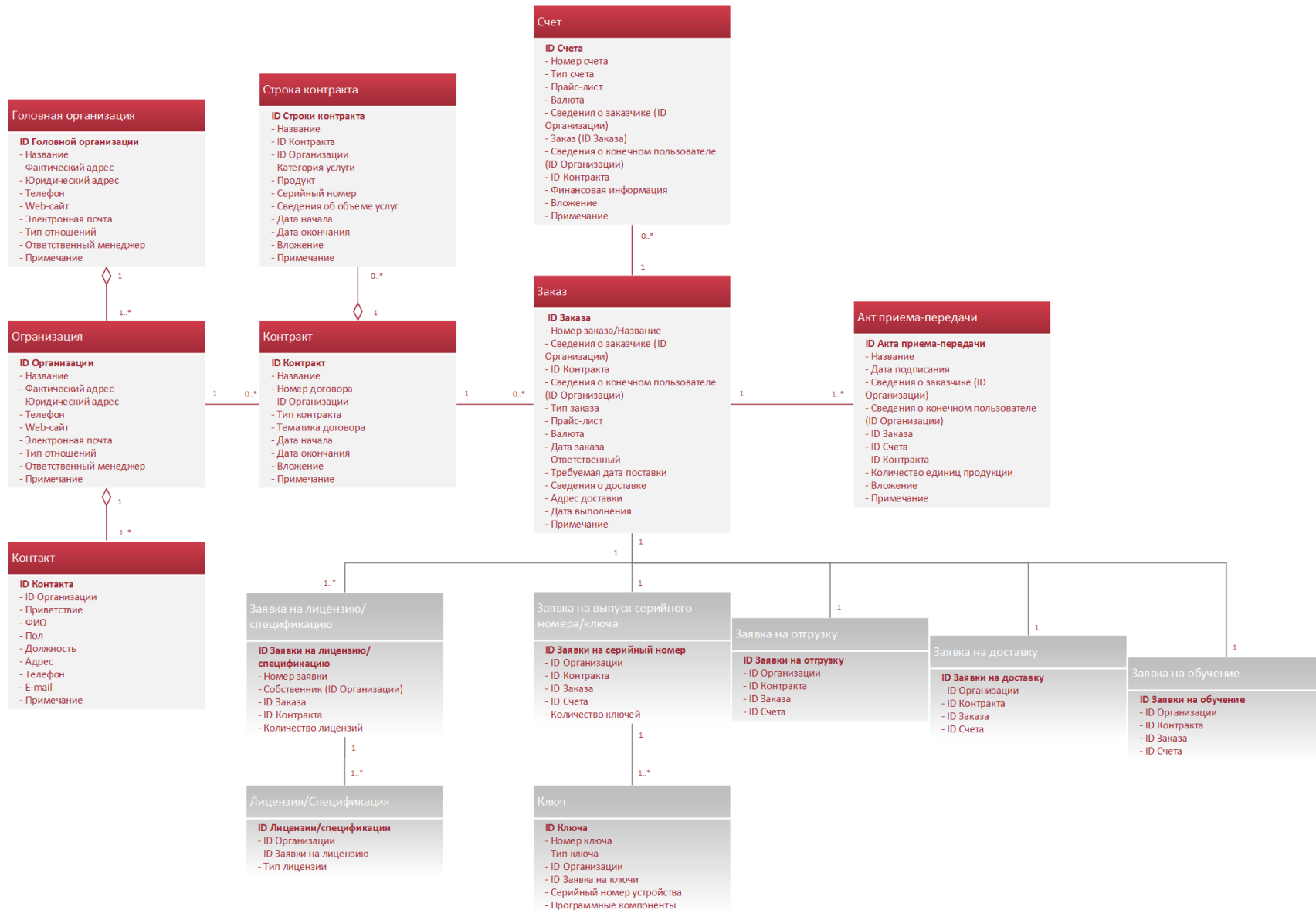


Рисунок 12. Диаграмма классов CRM-системы для бизнес-процесса обработки входящего запроса о покупке продукции

Список операций каждого класса является типовым: создание, изменение и не представлен на диаграмме. Для сохранения истории всех элементов класса не предполагается возможность удаления элементов пользователями системы. На представленной модели обозначены структурные связи между классами. Данная модель служит наглядным представлением типовых элементов будущей системы производственного предприятия, на основе которой будет производиться настройка и отладка системы.

Предприятия, планирующие внедрение CRM-системы на производстве, зачастую стараются переложить процесс моделирования бизнес-процессов системы на ИТ-подразделения предприятия (системных администраторов и программистов) или вовсе воспользоваться услугами сторонних интеграторов. Но на успешность внедрения системы и полезный эффект от ее внедрения влияет в большей степени эффективность и прозрачность реализованных бизнес-процессов предприятия. Поэтому первоначальной задачей при внедрении системы стоит собственная глубокая предварительная проработка, оптимизация и описание бизнес-процессов предприятия изнутри, на основе которой можно выполнить моделирование будущей системы и наглядно убедиться в удовлетворенности будущей системой. Проведенный анализ позволяет выявить закономерности при формализации бизнес-процессов предприятия, по результатам которых построить универсальную модель CRM-системы производственного предприятия для бизнес-процесса обработки входящего запроса о покупке продукции.

Предварительная проработка и оптимизации бизнес-процессов предприятия является ключевым фактором успешности внедрения автоматизированной системы управления постпроизводственным сопровождением и взаимоотношениями с клиентами и позволяет «подготовить «почву» для их автоматизации» [58]. Неподготовленность предприятия к будущим изменениям на уровне автоматизации процессов может повлечь дополнительные угрозы на пути внедрения системы и в

конечном итоге привести к дополнительным неоправданным тратам предприятия и неудовлетворенности ожиданиям от внедрения CRM-системы.

В данном исследовании была проанализирована область внедрения системы, специфические особенности и малоизученные аспекты предварительного анализа при внедрении CRM-систем. Поэтапный процесс предварительного изучения предприятия, формализации бизнес-процессов и их последовательной декомпозиции представлена на примере одного из основных непроизводственных (вспомогательных) бизнес-процессов предприятия, требующего автоматизации – бизнес-процесса Продажи продукции, с которого начинается процесс взаимодействия с клиентами. На основе выделенных сущностей, классой и ролей системы производится дальнейшее взаимодействие с клиентами на этапе постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции предприятия через CRM-систему. Наглядное графическое моделирование бизнес-процессов предприятия ложится в основу архитектуры будущей системы и используется при программировании и настройке CRM-системы на предприятии.

## **2.7 Выводы по второй главе**

1. Проведенный анализ деятельности предприятия и жизненного цикла производства изделий позволил определить месторасположение CRM-системы в инфраструктуре действующего предприятия и провести исследование особенностей бизнес-процессов производственного предприятия для выявления типичных этапов построения CRM-системы.

2. Анализ существующих программных средств для управления процессами сопровождения продукции и взаимоотношений с клиентами показал нацеленность производителей таких средств на обслуживание бизнес-процессов организаций, занимающихся поставкой продуктов массового потребления и услуг, не учитывая потребности производственных

предприятий. Сведения для проектирования, разработки и внедрения систем управления процессами сопровождения и взаимоотношения с клиентами в инфраструктуру производственного предприятия в справочной литературе не достаточны. Для практического внедрения на производстве CRM-систем требуется выявление особенностей и потребностей производственного предприятия.

3. Разработанная структура CRM-системы с учетом потребностей и специфики производственного предприятия на основе порталного web-решения для прямого взаимодействия с клиентами и сбора статистических данных позволяет повысить эффективность вспомогательных процессов постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции предприятия. Выявлена необходимость применения в CRM-системе интеллектуальный анализ данных для выполнения дальнейшего статистического анализа и построения системы поддержки принятия решений.

4. Формализованные принципы описания вспомогательных бизнес-процессов и подготовленные графические модели позволяют выполнять подготовительные работы по построению CRM-системы производственного предприятия. Представленные этапы моделирования бизнес-процессов для построения CRM-системы предприятия основаны на принципах прикладного системного инжиниринга.

### **ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ЗАПРОСОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ С АСУП**

#### **3.1 Разработка единого информационного пространства для организации работы сервисной службы предприятия**

В условиях постоянно возрастающего количества ограничений на внедрение и сопровождение информационных систем зарубежного производства, стратегия импортозамещения в сфере информационно-коммуникационных технологий на территории России является востребованной и актуальной задачей, отраженной в национальной программе развития цифровой экономики Российской Федерации в период до 2035 года. [50, 21]

При этом многие отрасли промышленности вынуждены функционировать в соответствии с международными стандартами по сертификации продукции и процессов производства. Требования стандартов направлены на верификацию бизнес-процессов предприятия, в соответствии с которыми требуется использовать поддерживаемые производителем программные продукты и информационные системы. [21]

В настоящий момент на территории России не поддерживаются многие известные информационно-управляющие системы, например, производителей Microsoft, Oracle, SAP, Infor, Odoo, IFS, которые внедрены на многих российских предприятиях. Остро стоит проблема перехода с ранее внедренных зарубежных систем на отечественные с модернизацией информационного пространства предприятия. Поэтому большую актуальность приобрели задачи анализа и оптимизации действующих производственных, непроизводственных (вспомогательных) и

поддерживающих (обеспечивающих) процессов предприятия для перехода на отечественные системы управления предприятием. Активно исследуются проблемы построения методологического комплекса архитектурных решений для управления процессами производственных предприятий. [15]

Данные во всех АСУП должны быть связаны между собой для построения единого информационного пространства предприятия, поэтому процесс постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции необходимо рассматривать комплексно вместе со смежными процессами и системами предприятия. Воспользуемся методологией функционального моделирования и графической нотации IDEF0 (англ. function modeling), предназначенной для формализации и описания бизнес-процессов. На рисунке 13 в виде общего представления построена функциональная модель основного процесса работы сервисного центра производственного предприятия – процесса обработки запроса сервисного обслуживания продукции (рекламаций) с использованием CRM-системы на основе порталного web-решения и интеллектуального анализа данных для построения СППР [13, 22].

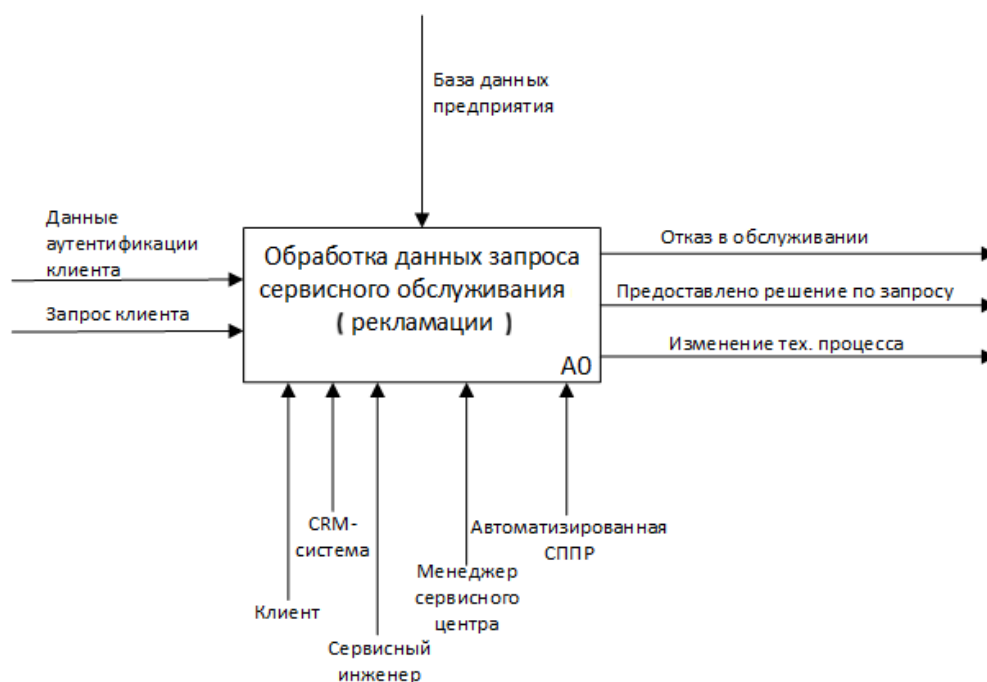


Рисунок 13. Обработка данных запроса сервисного обслуживания (рекламации) в едином информационном пространстве предприятия

На рисунке 14 представлен результат первого этапа декомпозиции построенной диаграммы процесса обработки данных запроса сервисного обслуживания (рекламации) производственного предприятия, показывающий логические отношения между работами сервисного центра (отдела рекламаций) в едином информационном пространстве предприятия.

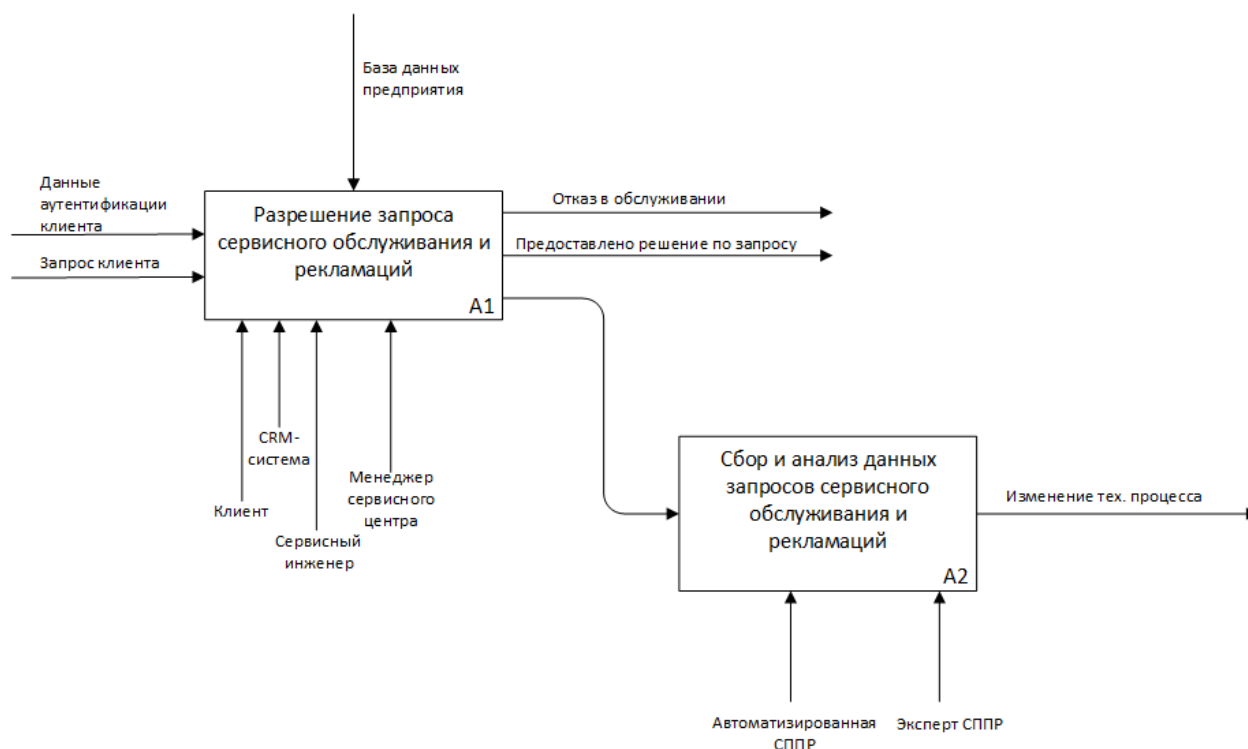


Рисунок 14. Первая декомпозиция блока A0 обработки данных запроса сервисного обслуживания (рекламации)

На рисунке 15 представлена декомпозиция блока A1 разрешения запроса сервисного обслуживания (рекламации) клиента после внедрения в CRM-систему автоматизированных алгоритмов первичной обработки входящего запроса в службу сопровождения и сервиса предприятия [85, 22].

Автоматизация бизнес-процесса обслуживания клиентов позволяет:

- повысить объем предоставляемых сервисных услуг и их доступность клиентам;
- сократить длительность обработки запросов по сопровождению продукта;
- исключить затраты на негарантийные услуги;
- повысить эффективность постпроизводственного сопровождения.

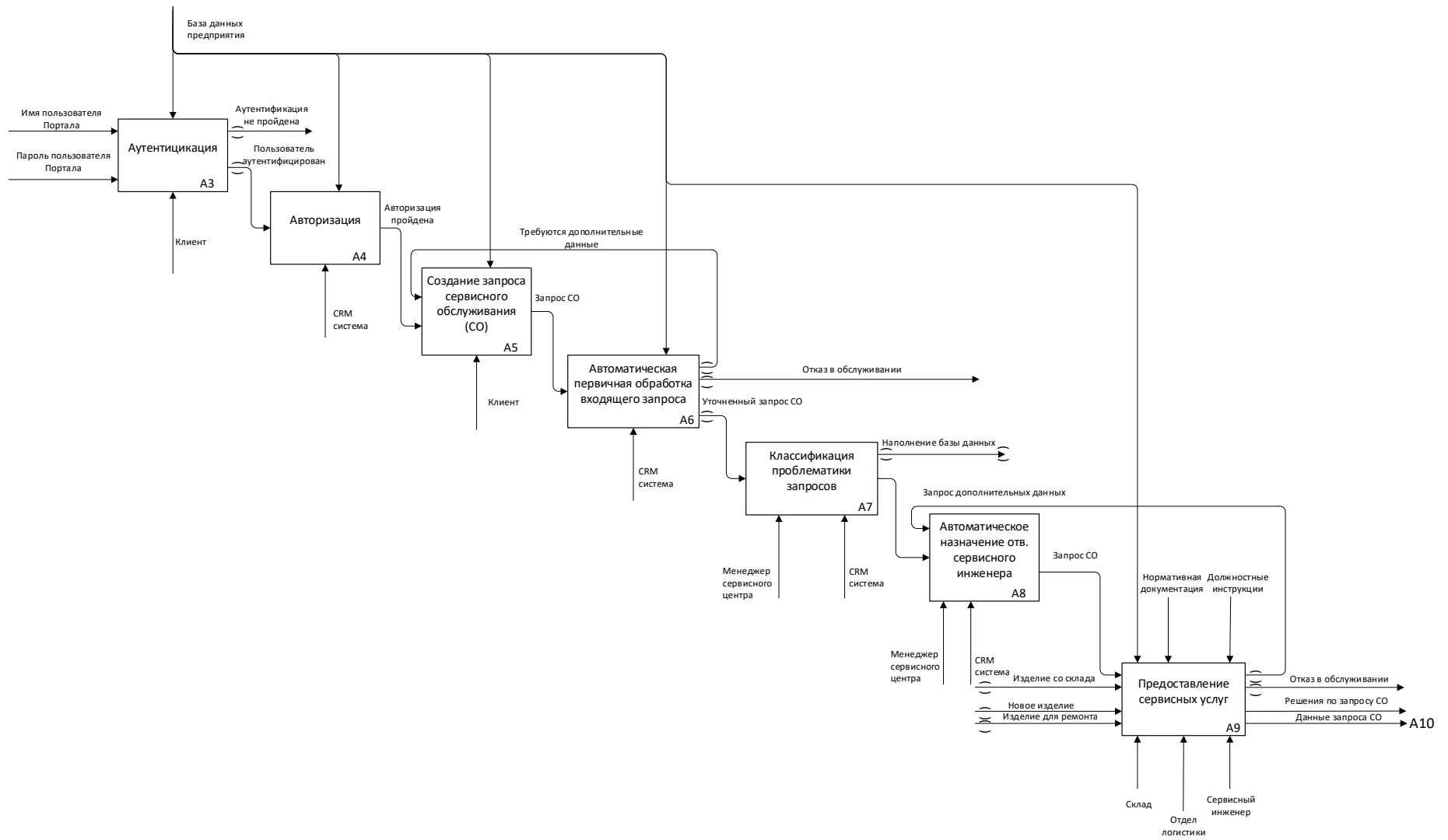


Рисунок 15. Схема процесса разрешения запроса сервисного обслуживания с алгоритмом автоматизированной первичной обработки данных на производственном предприятии

После разрешения клиентского запроса сервисного обслуживания сервисный инженер присваивает соответствующий статус запросу и решение, которое хранится в единой базе данных предприятия. Через web-портальное решение клиент может посмотреть вынесенное заключение и оценить работу сервисного центра. При обращении через web-портальное решение происходит запрос в базу данных предприятия, откуда берется актуальная информация по запросу.

CRM-система инициирует сбор и дальнейшую передачу данных для интеллектуального анализа данных на базе принципов построения СППР. Данный механизм интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) позволяет установить зависимости и выделить ключевые характеристики поступающих запросов на основе статистических данных полученных из CRM-системы предприятия. Полученные результаты служат помощником в дальнейшем принятии управленческих решений и основой для анализа эффективности существующих производственных процессов предприятия. [14]

Система поддержки принятия решений (СППР) — это компьютерная система, которая путем сбора и анализа большого количества информации может влиять на процесс принятия решений организационного плана в бизнесе и предпринимательстве. [70]

Цель внедрения разрабатываемого интеллектуального анализа данных выявить потенциальные риски возникновения дефектов продукции на этапе сопровождения и эксплуатации и предотвратить возникновения ряда запросов сервисного обслуживания (рекламаций), путем корректировки производственных процессов. Декомпозиция блока А2 измененных процессов предприятия с применением интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций), поступивших в CRM-систему производственного предприятия, представлена на рисунке 16.

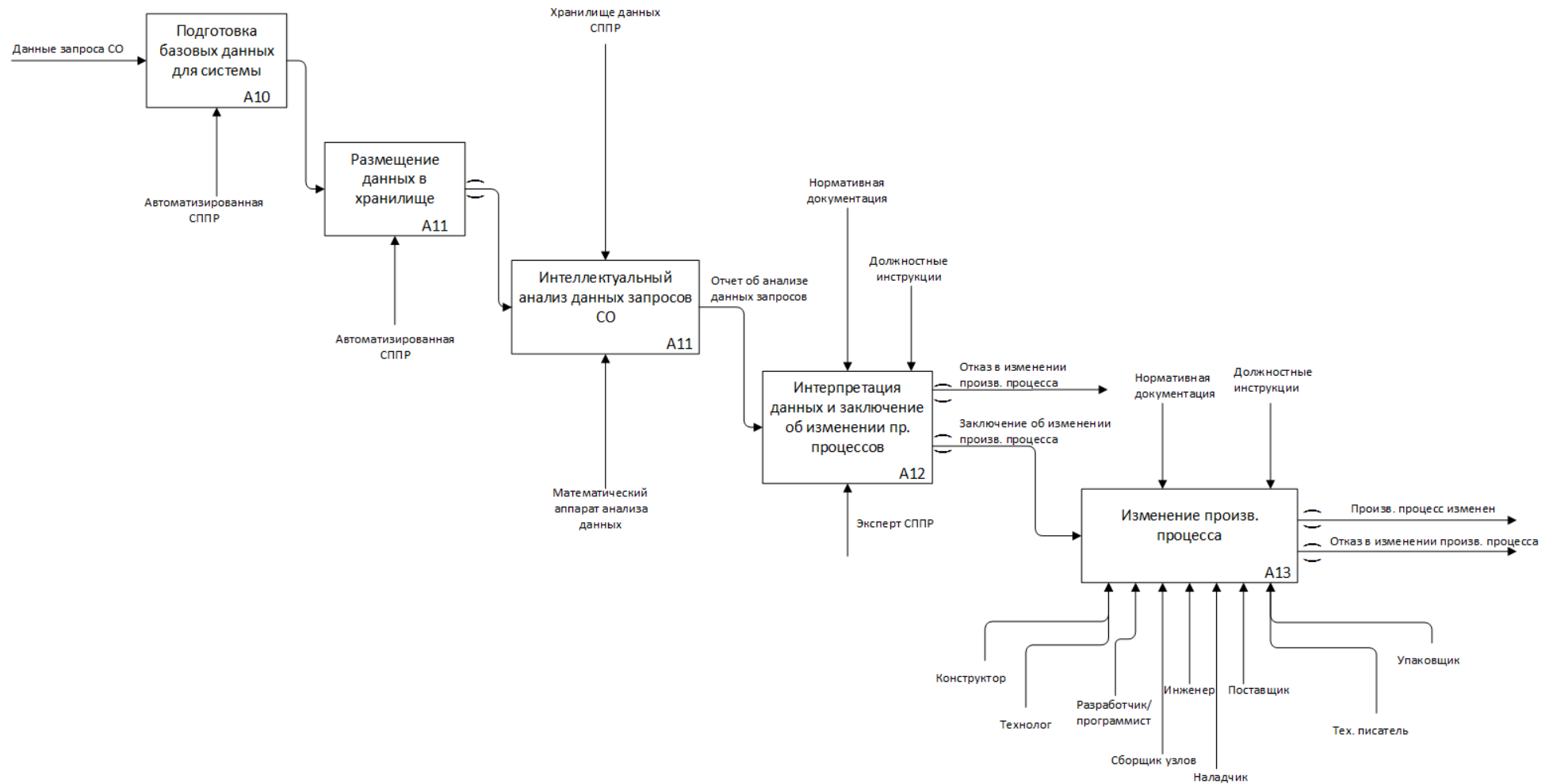


Рисунок 16. Схема процесса сбора и интеллектуального анализа статистических данных поступающих запросов сервисного обслуживания (рекламаций) предприятия

### **3.2 Алгоритмизация процессов автоматизации и управления сервисными службами производственного предприятия**

Большинство предприятий сталкиваются с постоянно растущим уровнем конкуренции в различных областях производства и торговли. Помимо основного объекта конкуренции – продукта производства, процесс управления взаимоотношениями с клиентами приобретает все большее значение в этой конкурентной борьбе. Потенциальные клиенты оценивают не только качество самой продукции и соответствие продукции собственным требованиям, но и оценивают полный комплекс услуг, сопутствующих приобретению и эксплуатации продукции. Это особенно актуально в тех областях производства, где идет активная трансформация традиционных каналов обслуживания клиентов и переход на современные цифровые технологии. Современные CRM-системы охватывают полный цикл взаимодействия с клиентами от распространения рекламы, поиска потенциальных клиентов на основе маркетинговых исследований до сопровождения клиентов на этапе постпроизводственной эксплуатации продукции. Современная и эффективная CRM-система является дополнительным источником прибыли предприятия, за счет увеличения продаж, что является следствием сохранения и расширения клиентской базы. CRM-система – это инструмент современных цифровых технологий, позволяющий совершенствовать взаимоотношения с клиентами и направленный на максимизацию ценности клиента с течением времени. [88]

В текущей главе представлены результаты этапа формализации и алгоритмизацию процесса управления службами сопровождения, сервиса и работы с рекламациями производственного предприятия. На основе полученных данных произведен анализ этапов постпроизводственного сопровождения, выделены этапы требующих автоматизации, путем внедрения разработанных механизмов в CRM-систему предприятия.

Автоматизация и управление сервисными службами является результатом многоэтапного процесса стратегического управления предприятием. Процесс постпроизводственного сопровождения продукции предприятия в период гарантийного и постгарантийного обслуживания является сложным и малоизученным процессом. Отсутствуют формализованные алгоритмы управления процессом постпроизводственного сопровождения продукции производственного предприятия, а управление сервисными службами, отделом рекламаций и контактными центром носит хаотичный характер и не использует опыт действующих производственных предприятий.

Рассмотрим процесс постпроизводственного сопровождения продукции и сервисного обслуживания производственного предприятия. Данный процесс представляет собой разрешение всех видов запросов (сущность Обращение в CRM-системе) со стороны клиента, в том числе разбор претензий и рекламаций от клиентов.

В общем смысле данный бизнес-процесс предполагает несколько этапов:

- прием запросов (первичная обработка запросов);
- анализ содержания запросов и техническая экспертиза;
- устранение дефектов, инцидентов и урегулирование запросов (возврат товара, замена, ремонт и пр.);
- контроль качества и принятие мер по предотвращению рисков возникновения потенциальных инцидентов. [31, 44]

Чтобы процесс сопровождения и сервисного обслуживания был прослеживаемый и контролируемый учет всех запросов клиентов должен вестись в едином информационном пространстве с использованием современных информационных технологий в управлении предприятием и производством. Для решения этой задачи оптимальным средством является система управления постпроизводственным сопровождением и взаимоотношениями с клиентами – CRM-система на основе порталного web-решения для непосредственного пользования клиентами организации с внедрением алгоритмов автоматизации на этапах обработки запросов клиентов. [13]

Анализ деятельности рассмотренных предприятий и их действующих бизнес-процессов определил возможность частичной автоматизации этапов обработки запросов клиентов в службы постпроизводственного сопровождения и сервиса продукции, поступающих через web-портальное решение в CRM-систему предприятия. На основе результатов анализа был разработан алгоритм в соответствии с требованиями ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85) [27], представленный на рисунке 17. Разработанный алгоритм автоматизации этапов обработки обращений предлагается внедрить в структуру CRM-системы предприятия.

При обработке обращений клиентов предполагается автоматизировать в CRM-системе следующие процессы:

- автоматическое заполнение служебных полей Обращения клиентов;
- проверка наличия действующих договорных отношений на обслуживание организации и продукции;
- автоматическое распределение Обращений по подразделениям сопровождения и сервиса продукции;
- автоматическое распределение Обращений по ответственным сотрудникам подразделений;
- автоматический механизм контроля сроков обработки Обращений;
- автоматическая система оповещения клиентов, ответственных сотрудников, администраторов системы и руководителей подразделений.

Подробнее разберем каждый этап автоматизации с использованием информационных технологий. Для контроля полного жизненного цикла изделия на предприятии должна вестись единая база данных изделий, для учета информации всех подразделений и процессов (в отношении изделия): информации по изделию, информации по договорам, счетам, складской информации. CRM-система должна иметь доступ к общей базе данных для организации автоматического поиска и запуска механизмов проверки сроков, условий обслуживания, а также выполнения сценариев рассылки уведомлений ответственным сотрудникам и руководителям подразделений. [85]

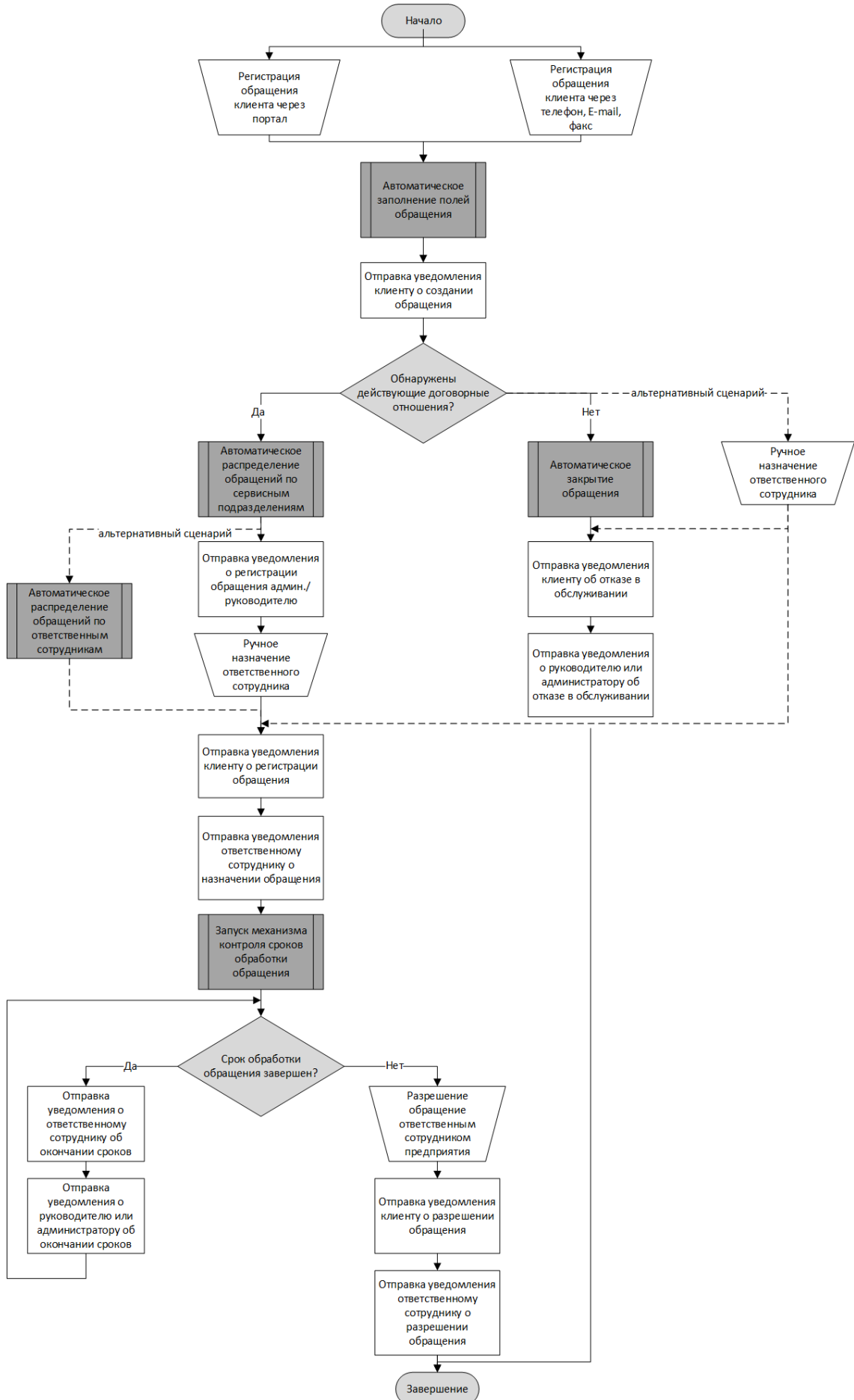


Рисунок 17. Алгоритм обработки запросов с автоматизацией отдельных этапов

**Автоматическое заполнение служебных полей Обращения клиентов.** При поступлении Обращения в CRM-систему, независимо от способа создания, должен быть автоматически запущен механизм однозначного определения самого изделия, по которому необходимо разрешить проблему, по введенному полю *модели* и *серийному номеру* изделия.

Автоматически заполняются связанные поля:

- Инициатор – ФИО клиента или название внутреннего подразделения (ФИО сотрудника), создавшего Обращение в системе.

- Дата поступления – текущая дата.

- Время поступления – текущее время.

- Состояние – Принято.

- Код обращения – индивидуальный номер, разрядность не менее семи знаков. В «Код обращения» может быть автоматически подставлен предустановленный префикс в зависимости от модели оборудования, номер формируется автоматически (например, ELC0000001, где ELC – электротехническое оборудование; 0000001 – порядковый номер Обращения).

- Дата окончания гарантии – поступает из информации по изделию.

- Уровень обслуживания – 1-ая, 2-ая или 3-ья зона обслуживания (хранится в информации по изделию и определяется в зависимости от адреса установки).

**Проверка наличия действующих договорных отношений на обслуживание организации и продукции.** Для разрешения Обращения должны быть проверены договорные отношения и заполнено поле **Контракт** в Обращении клиента. **Контракт** – заполняется по результатам выполнения алгоритма поиска информации в базе данных предприятия:

- Если срок гарантии НЕ ОКОНЧЕН (значение «Дата поступления» входит в промежуток времени от «Дата начала гарантии» до «Дата окончания гарантии»), то проверяется значение «Статус изделия». Если значение «На гарантийном обслуживании», то по данному объекту производится поиск действующего объекта «Акт приема-передачи» → «Заказ». Для найденного заказа однозначно можно найти объект «Контракт». Поиск ведется только по действующим

контрактам, у которых в поле «Состояние» значение «Активный» и в поле «Тип контракта» значение «Гарантийный». Найденный объект «Контракт» подставляется в Обращения для отображения.

- Если срок гарантии изделия ОКОНЧЕН, то необходимо проверить наличие контракта на постгарантийное сопровождение у организации, которая приобрела данное изделие. Для найденного изделия производится поиск связанных объектов «Акт приема-передачи» → «Заказ» → «Контракт» → «Организация». Для найденной организации необходимо выполнить поиск объектов «Контракт», у которых в поле «Состояние» значение «Активный» и в поле «Тип контракта» значение «Постгарантийный» или «Абонементное сопровождение». Найденный объект «Контракт» подставляется в Обращения для отображения.

Если действующий контракт не найден или найдено несколько контрактов, то поле «Контракт» объекта «Обращение» остается незаполненным. Клиенту должно быть отказано в обслуживании и отправлено соответствующее уведомление. Дальнейший поиск не производится.

Для повышения уровня лояльности клиентов, в случае отсутствия действующих договорных отношений, Обращение может быть передано ответственному сотруднику или в службу сопровождения и сервиса для ручного разбора.

**Автоматическое распределение Обращений по подразделениям сопровождения и сервиса продукции.** В зависимости от модели изделия (или типа изделия) Обращения распределяются по подразделениям, ответственным за их обслуживание.

**Автоматическое распределение Обращений по ответственным сотрудникам подразделений.** При наличии четкого распределения по номенклатуре, типу оборудования, зоне обслуживания или другим характеристикам продукции может быть организовано автоматическое распределение Обращений по конкретным ответственным сотрудникам.

**Автоматический механизм контроля сроков обработки Обращений.** В CRM-системе должен быть внедрен алгоритм поиска ожидаемой даты разрешения Обращения.

Ожидаемая дата – крайний срок, когда Обращение должно быть разрешено и закрыто. Ожидаемая дата рассчитывается как «Дата поступления» + «Время решения». «Дата поступления» берется из заполненного поля текущего объекта «Обращение». «Время решения» берется из уровней обслуживания контракта, по которому происходит обслуживание данного Обращения. Для поля «Контракт» (определенного в пп.2) в дополнительных сведениях проверяется поле «Уровень обслуживания», по которому в контракте будет выбрано время решения. Каждому значению «Уровень обслуживания» соответствует максимальное время решения Обращений. В таблице 3 установлены взаимосвязи уровня контракта и максимального времени решения Обращений.

Таблица 3

Уровень контракта	Время решения
1-ый уровень	3 дня
2-ой уровень	5 дней
3-ий уровень	7 дней
4-ый уровень	14 дней

**Автоматическая система оповещения клиентов, ответственных сотрудников, администраторов системы и руководителей подразделений.** На каждом этапе обработки Обращения и выполнения действия над обращениями (разрешение, смена владельца, изменение и пр.) должен быть запущен механизм автоматического оповещения настроенного списка заинтересованных лиц. Под оповещениями подразумеваются всплывающие Push-уведомления в CRM-системе и на портале для клиента, отправка уведомлений по электронной почте. Дополнительным средством оповещение может служить отправка СМС-сообщений или голосовых сообщений средствами IP-телефонии. Для этого ИТ-инфраструктура предприятия должна быть дополнена взаимодействием с внешними провайдерами IP-телефонии.

В текущем разделе рассмотрены проблемы автоматизации и управления сервисными службами предприятия с помощью современных решений в области информационных технологий. Полученные алгоритмы управления сервисными службами охватывают этапы гарантийного, постгарантийного обслуживания, оказания консультативных услуг по запуску продукции в эксплуатацию. Автоматизация процессов достигается путем внедрения полученных алгоритмов в CRM-систему, подключенную к единой ИТ-инфраструктуре предприятия.

Повышение эффективности вспомогательных процессов предприятия по постпроизводственному сопровождению и эксплуатации продукции с помощью использования современных ИТ-технологий позволяет автоматизировать монотонные этапы обслуживания клиентов предприятия и реализовать контроль над процессом обработки запросов клиентов, что в свою очередь уменьшает время обслуживания клиента, время незапланированного простоя системы, позволяет исключить выполнение внедоговорных работ и обеспечить своевременное разрешение сервисных запросов (рекламаций), что положительно сказывается на удовлетворенности и лояльности клиентов предприятия. Весь процесс постпроизводственного сопровождения, организованный через CRM-систему предприятия, наглядно прослеживается, контролируется и доступен для всех сотрудников и подразделений организации в соответствии с правами доступа к системе. Процессы управления сервисными службами с помощью алгоритмов автоматизации позволяют свести к минимуму отрицательное влияние человеческого фактора и внедрить автоматизированные механизмы проверки договорных отношений с клиентами, сроков и условий обслуживания.

Предложенные алгоритмы могут быть использованы на производственном предприятии серийного и массового производства со значительной долей сервисных работ, имеющем многономенклатурное производство или производящим сложную многокомпонентную сборочную продукцию. Сокращение времени обслуживания клиентов достигается за счет регистрации запросов сервисного обслуживания (рекламаций) клиентами через web-портальное решение и автоматизации первичной обработки запросов.

### **3.2 Сравнительный анализ вариантов организации процесса первичной обработки запросов сервисного обслуживания (рекламаций)**

Особое место в процессе обработки запросов сервисного обслуживания (рекламаций) клиентов, поступающих через портал сервисного центра напрямую, путем регистрации обращения по телефону или электронной почте, занимает оперативное и корректное оформление запроса и передача его ответственному исполнителю, в квалификацию и должностные обязанности которого входит разбор запросов по указанной тематике. Переход запросов между подразделениями и сотрудниками должен быть выполнен путем выбора кратчайшего пути достижения ответственного исполнителя. При анализе запроса должны быть проанализированы договорные отношения с клиентом, чтобы избежать неучтенных внедоговорных работ. Работа с запросами клиентов предприятия представляет собой массовое обслуживание клиентов. Поэтому рациональное количество персонала для обработки запросов клиентов можно оценить исходя из количества поступающих запросов за сутки.

В основу теории массового обслуживания легла задача телефонного обслуживания, впервые подробно изучаемая датским ученым А.К. Эрлангом в конце 19 века, который много лет проработал в Копенгагенской телефонной компании. С того времени аналогичные задачи возникали в разных областях и изучались многими специалистами и учеными.

Рассмотрим работу сервисного центра производственного предприятия, построенного по типу call-центра с позиции теории массового обслуживания. Данная деятельность укладывается в классическую схему системы массового обслуживания с потерями, представленную на рисунке 18. Заявками в которой являются обращения или запросы клиентов, а каналами обслуживания операторы сервисного центра. На рисунке обозначен поток необслуженных (покинувших очередь) обращений клиентов. Полученный процесс обслуживания является СМО (системой массового обслуживания) с неограниченной очередью [56, 24].

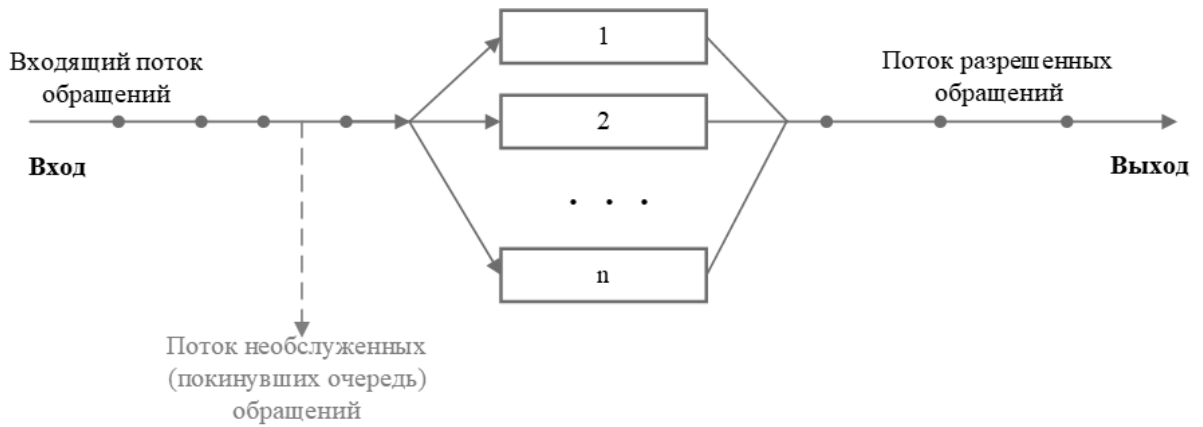


Рисунок 18. Схема работы сервисного центра на основе СМО

На примере сервисного центра и отдела работы с рекламациями производственного предприятия покинувшие очередь обращения клиентов не представляют поток потенциальных заказов и прямые потери предприятия, но значительно снижают лояльность клиентов и имеют отложенные негативные последствия на долгосрочные отношения с клиентами. Также могут быть отклонены потенциальные заказы на негарантированный ремонт, если данные работы выполняются по отдельным контрактам и имеют весомое материальное значение в работе предприятия.

На рисунке 19 изображен граф получившийся системы массового обслуживания с неограниченной очередью. [56]

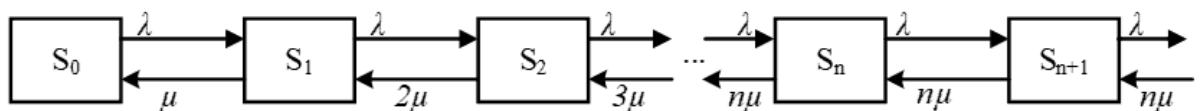


Рисунок 19. Граф многоканальной СМО с неограниченной очередью

Где:

- $n$  – количество каналов обслуживания (количество сотрудников call-центра);
- $\lambda$  – интенсивность потока заявок (количество поступивших заявок за ед. времени);
- $\mu$  – интенсивность потока обслуживания (количество обслуженных заявок за ед. времени);
- $S_0$  – все каналы обслуживания свободны, очереди нет (минимальная нагрузка на канал);
- $S_l$  – заняты  $l$  каналов ( $l = \overline{1, n}$ ), очереди нет;

$S_{n+i}$  – заняты все  $n$  каналов, в очереди находится  $i$  заявок ( $i = \overline{1, m}$ ).

При регистрации запроса клиента через call-центр сотруднику требуется создать обращение в CRM-системе, в котором зафиксировать тему обращения, предоставить подробное описание проблемы. Требуется указать серийный номер продукции, модель, типа устройства, получить от клиента дополнительные фото и видео материалы с подтверждением серийного номера и наглядным отображением проблемной ситуации, указать контактное лицо и организацию, указать адрес обслуживания и прочие уточняющие данные, необходимые для разбора конкретной проблемной ситуации. Необходимо произвести поиск и проверить наличие договорных документов, проанализировать условия обслуживания. Затем передать обращение ответственному сотруднику для его разрешения.

Для проведения настоящего исследования были рассмотрены показатели загруженности сервисной службы одного из российских машиностроительных предприятий по производству многокомпонентной сборочной продукции, такой как устройства банковского самообслуживания клиентов [24]. На полный цикл оформления подобной заявки, без учета времени разрешения конкретного обращения, в среднем требуется 30 минут. В течение дня (8 часов) поступает 50 обращений в call-центр. Это приблизительно 6,25 заявок в 1 час.

Для расчета оптимального количества операторов необходимо выполнить оценку следующих показателей СМО:

- интенсивность потока обслуживания заявок одним сотрудником call-центра за 1 минуту:

$$\mu = \frac{1}{t} = \frac{1}{30} = 0,033 \text{ (заявки/мин)} \quad (1)$$

- интенсивность поступления заявок в минуту для обслуживания

$$\lambda = \frac{6,25}{60} = \frac{625}{6000} = \frac{25}{600} = \frac{25}{60 \times 4} = \frac{5}{48} = 0,104 \text{ (заявки/мин)} \quad (2)$$

По полученным данным можно рассчитать параметр, определяющий приведенную интенсивность потока заявок или интенсивности нагрузки канала:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,104}{0,033} = 3,15 \quad (3)$$

Параметр  $\rho$  можно представить так, что за среднее время обслуживания одной заявки параллельно поступает еще 3 звонка от клиентов.

Будем постепенно увеличивать число каналов (сотрудников call-центра), чтобы приблизиться к оптимальному результату. Используем следующую формулу вычисления вероятности интенсивности нагрузки сотрудника [76]:

$$\rho_0 = \left(1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!}\right)^{-1} \quad (4)$$

где  $\rho_0$  – вероятность состояния  $S_0$ , при котором в системе нет заявок.

Далее рассчитаем вероятность отказа в обслуживании прибывшей в СМО заявки по причине того, что заняты все каналы [56]:

$$\rho_{отк} = \frac{\rho^n}{n!} \times \rho_0 \quad (5)$$

Значит вероятность обслуживания, являющаяся относительной пропускной способностью СМО можно вычислить по формуле:

$$\rho_{обс} = Q = 1 - \rho_{отк} \quad (6)$$

Абсолютная пропускная способность СМО:

$$A = \lambda \times Q \quad (7)$$

Число занятых обслуживанием каналов:

$$n_{зан} = \frac{A}{\mu} \quad (8)$$

Коэффициент занятости каналов:

$$K_{зан} = \frac{n_{зан}}{n} \quad (9)$$

Занесем полученные данные в таблицу 4 для расчета характеристик полученной СМО [24].

Таблица 4. Расчет характеристик СМО предприятия

Показатели	$n$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\rho_0$	0,241	0,110	0,070	0,054	0,048	0,045	0,044	0,043
$\rho_{отк}$	0,759	0,546	0,365	0,222	0,124	0,061	0,027	0,010
$\rho_{обс}$	0,241	0,454	0,635	0,778	0,876	0,936	0,973	0,99
$A$	0,025	0,047	0,066	0,081	0,091	0,097	0,101	0,103
$n_{зан}$	0,758	1,424	2,000	2,455	2,758	2,939	3,061	3,121
$K_{зан}$	0,758	0,712	0,667	0,614	0,552	0,490	0,437	0,390

Исходя из полученных данных построим график, отображающий вероятность обслуживания всех поступающих заявок –  $\rho_{\text{обс}}$ , в зависимости от числа каналов обслуживания (сотрудников call-центра) –  $n$ . Вероятность обслуживания изобразим в %. Полученный график отображен на рисунке 20.

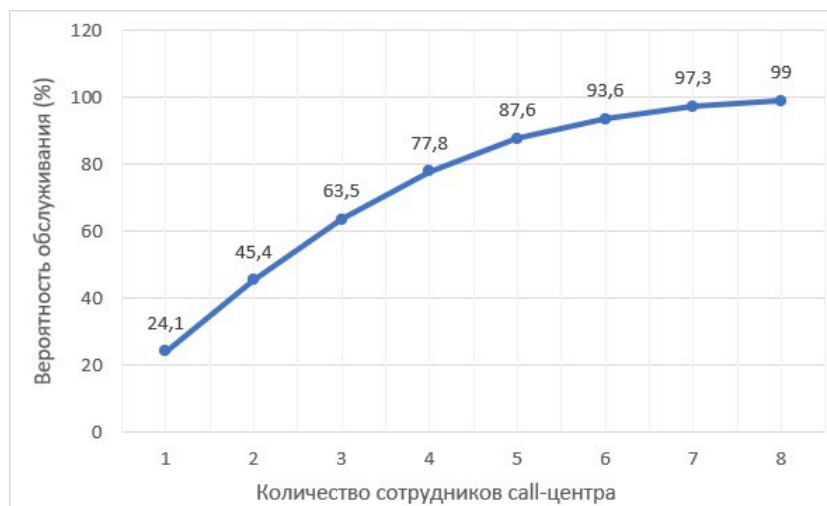


Рисунок 20. График зависимости вероятности обслуживания всех поступающих заявок от количества сотрудников call-центра

Из полученных вычислений и построенного графика можно сделать вывод, что число сотрудников call-центра  $n = 8$  рассматриваемого предприятия способны обслужить 99% входящих заявок. Оптимальное количество сотрудников выбирают исходя из потребностей и возможностей предприятия (6-7 сотрудников).

С развитием интернет-технологий общепринятым инструментом работы с заявками клиентов стала электронная почта (e-mail), которая позволяет принять в работу все заявки клиентов и избежать потерь. В такой схеме СМО будет отсутствовать поток необслуженных обращений в силу значительной пропускной способности каналов обслуживания через интернет. При этом необходим ручной разбор, уточнение и распределение поступающего потока обращений, как при работе через call-центр.

В условиях цифровизации производства [3, 45, 88] для автоматизации монотонных операций сотрудников по оформлению заявок и усовершенствования процессов обслуживания клиентов сервисного центра и служб сопровождения предприятия предлагается внедрить порталное web-решение в базовую

структуру системы управления постпроизводственным сопровождением продукции.

Наиболее важное значение для таких систем имеет время ожидания разрешения работ по обращению клиента. Среднее время ожидания в системе состоит из нескольких величин: время проверки корректности заполнения заявки и действующих договорных отношений ( $t_1$ ), время ожидания распределения заявок ( $t_2$ ) и время предоставления решения по заявке ( $t_3$ ). Время ( $t_1$ ) и ( $t_2$ ) в системе можно свести к 0 путем внедрения автоматизированных механизмов распределения и проверки корректности заявок. На рисунке 21 изображена диаграмма деятельности службы сопровождения и сервиса предприятия.

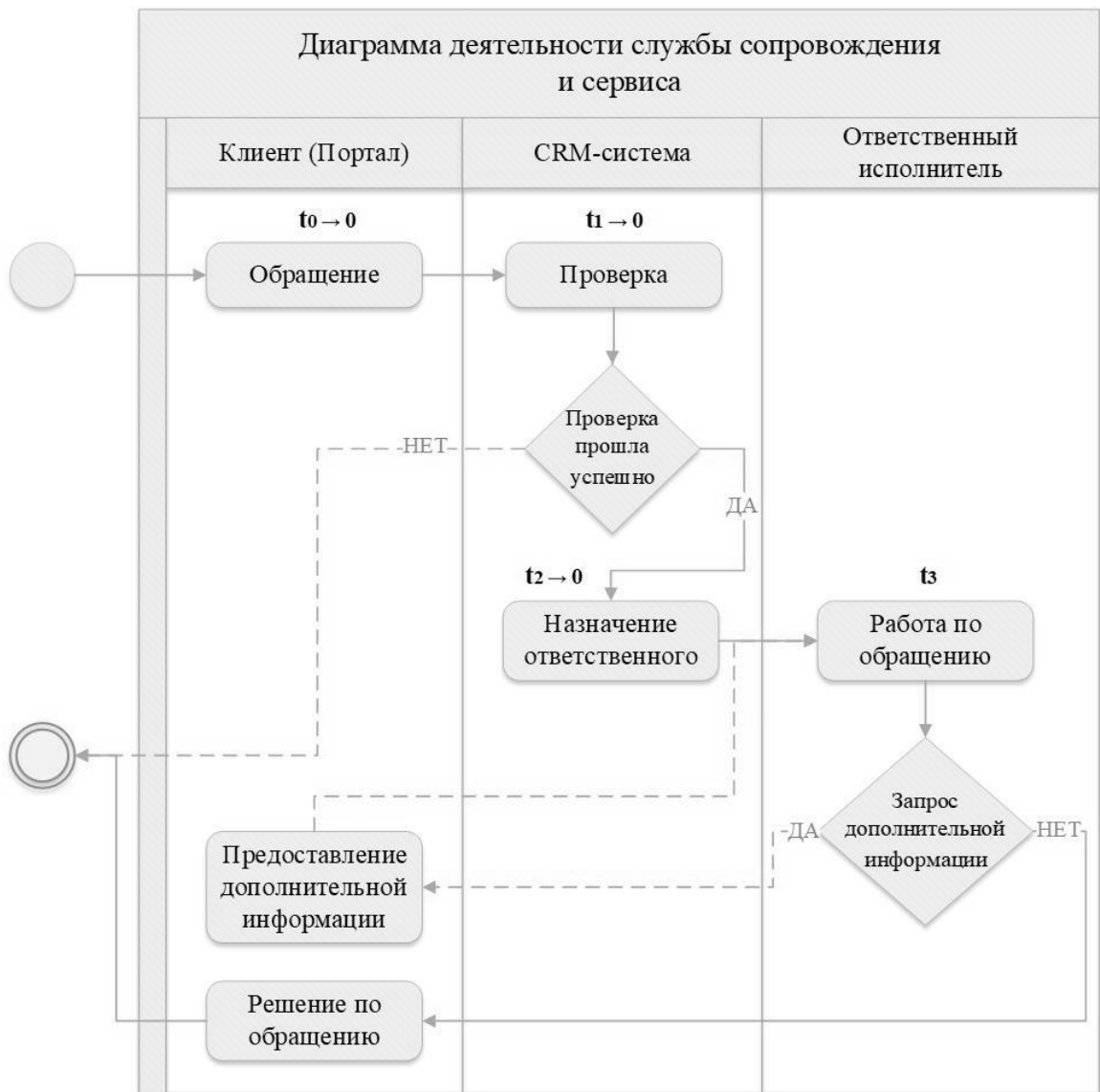


Рисунок 21. Диаграмма деятельности службы сопровождения и сервиса предприятия по работе с обращениями клиентов через web-портал CRM-системы

Диаграмма деятельности служб сопровождения и сервиса предприятия по работе с обращениями клиентов, зарегистрированными в CRM-системе через web-портал, разработана с использованием языка моделирования UML (Unified Modeling Language) на основе методологии И. Якобсона и Г. Буча. [4]

Таким образом среднее время ожидания в CRM-системе будет состоять только из фактического времени предоставления разрешения по заявке ( $t_3$ ), все остальные временные затраты можно автоматизировать с помощью порталного web-решения без влияния человеческого фактора и временных потерь.

Построенная структура CRM-системы на основе порталного web-решения и алгоритмов автоматизированной обработки запросов клиентов позволяет избежать простоев при оформлении заявок и является наиболее клиентоориентированным подходом в работе центров сопровождения и сервиса производственного предприятия [17], так как позволяет исключить время ожидания клиента в очереди для оформления и проверки заявки и избежать потерь заявок клиентов. Путем применения логических рассуждений можно сделать вывод, что для таких систем вероятность появления отказа в приеме заявок клиентов  $Q(t) \rightarrow 0$ . А вероятность безотказной работы  $P(t)$  напрямую зависит от надежности систем электроснабжения серверов размещения CRM-системы и пропускной способности сети обслуживания.

Данный подход применим для производственных предприятий с развитой сетью сервисного обслуживания, а также на предприятиях, решающих совместно задачи производства оборудования и программно-управляющего комплекса, например, станки с числовым программным управлением, программируемые роботы, электронные вычислительные и управляющие машины для управления технологическими процессами и оборудованием, сложные электроприборы, и устройства самообслуживания. В таком случае порталное web-решение для CRM-системы может быть построено на базе единого сервисного центра по сопровождению программного обеспечения и сервисному обслуживанию оборудования.

### **3.4 Статистическая модель интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций)**

Данные запросов сервисного обслуживания (рекламаций) поступающий в CRM-систему хранятся и накапливаются в единой базе данных. Соответственно существует потенциальная возможность статистического анализа полученных данных. Задачей разрабатываемого методики интеллектуального анализа данных является определение зависимостей между производственными процессами на этапах ЖЦИ и возникновением инцидентов и дефектов продукции, зафиксированных в CRM-системе предприятия в виде обращений по клиентским запросам сервисного обслуживания (рекламациям). Интеллектуальный анализ данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) служит частью механизма поддержки принятия управленческих решений и позволяет вычислить влияющие факторы для дальнейшего экспертного определения физической обоснованности полученных результатов, привязанным к реальной производственной ситуации

На основе изученных работ Буреевой Н.Н., Бондарева А.Е., Ким Дж. и Мюллера Ч. [5, 8, 11, 40] в области анализа многомерных данных для рассматриваемой задачи выявления зависимостей между производственными процессами и множеством исходных параметров, целесообразным и необходимым считается отбор наиболее существенных параметров, поступивших в CRM-систему запросов сервисного обслуживания, для дальнейшего изучения минимально необходимого количества показателей. Выполнение отбора показателей производится методами снижения размерности, одним из которых является факторный анализ. Это позволит описать исследуемые данные, структуру и их взаимосвязи более точно и просто, так как для исследования будет взято меньшее количество факторов, чем количество показателей в первоначальной задаче. Выявленные факторы не являются непосредственными показателями исследуемых наблюдений, они не изменяются

и не поступают в качестве входящих параметров наблюдений. Факторы еще называют скрытыми (латентными) переменными, имеющими связи с признаками поступающих в CRM-систему запросов сервисного обслуживания (рекламаций) [11].

Представим в общем виде, что в рассматриваемую CRM-систему предприятия поступило  $n$  запросов на возникновение инцидентов по выпущенной продукции. В каждом запросе сервисного обслуживания указаны значения  $p$  признаков, описывающих поступившие инциденты, и получены значения случайных многомерных нормально распределенных величин. Каждый запрос представляет собой точку в  $p$ -мерном пространстве, а весь массив данных – облако точек. Применение факторного анализа для снижения размерности массива данных позволяет найти новые оси (факторы), которые будут наилучшим образом объяснять изменчивость.

Для удобства будем считать исследуемые наблюдения  $X_1, X_2, \dots, X_n$  нормированными. Представим модель в виде матрицы наблюдений  $X = (X_{ik})$ , где  $X_{ik}$  – значение  $k$ -го признака для  $i$ -го запроса сервисного обслуживания (рекламации), поступившего в рассматриваемую CRM-систему.

$$X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ip}), \text{ где } i = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

В изученной научной литературе для достижения эффективности использования выбранного математического метода рекомендуется исследовать количество наблюдений  $n$  соответствующее числу рассматриваемых признаков  $p$ :  $n \gg p$ . Таким образом количество анализируемых запросов  $n$  должно значительно превосходить количество признаков  $p$ , описывающих поступившие инциденты. Для выполнения этого условия будем проводить анализ по запросам сервисного обслуживания, поступившим в CRM-систему за период времени.

Большое количество известных признаков  $p$  по каждому запросу сервисного обслуживания не позволяют построить наглядную корреляционную матрицу этих признаков и установить их взаимосвязи с производственными процессами.

Поэтому главной задачей проводимого факторного анализа считается снижение количества  $p$  исходных внешних признаков запросов и построение

перехода к меньшему количеству искусственно построенных факторов  $m$ , что в свою очередь позволяет построить наиболее показательную систему зависимых скрытых факторов  $f_1, f_2, \dots, f_m$ , при условии, что  $m < p$ . Такие факторы принято называть общими или главными, которые непосредственно имеют выявленные зависимости с исходными признаками  $p$ . Применяя методы факторного анализа к настоящему исследованию [5], выявим гипотетические (ненаблюдаемые) факторы, призванные объяснить корреляционную матрицу количественных наблюдаемых показателей поступивших запросов сервисного обслуживания и объяснить их взаимосвязь с производственными процессами. В рамках решения поставленной задачи определения зависимостей большого количества признаков поступивших запросов сервисного обслуживания и производственных процессов, недостаточно установить факт существования меньшего числа скрытых факторов. Для практического решения поставленной задачи необходимо непосредственно определить эти общие факторы и дать им содержательную интерпретацию.

Добавим условия наблюдений, полученные по результатам анализа исследуемых источников [11, 40]:

1)  $n \gg p$ ;

2) Факторы, которые одновременно влияют только на одну переменную – это характерные факторы  $e_{hi} = 0$  для  $i$ -го запроса сервисного обслуживания, где  $h$  – порядковый номер характерного фактора.

3) Факторы, к которым относится погрешность в наблюдениях, т.е. могут быть случайными компонентами – это факторы погрешности  $e_{si} = 0$  для  $i$ -го запроса сервисного обслуживания, где  $s$  – порядковый номер фактора погрешности.

Соотношения факторного анализа формально воспроизводят запись модели множественных регрессий, в которой под  $f_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) понимаются так называемые объясняющие переменные (факторы). Однако принципиальное отличие модели факторного анализа от регрессионных схем состоит в том, что переменные  $f_j$ , выступающие в роли аргументов в моделях регрессии, не

являются непосредственно наблюдаемыми в моделях факторного анализа, в то время как в регрессионном анализе значения  $f_j$  измеряются на статистически обследованных объектах [55].

В результате обобщения предшествующих исследований по различным источникам информации, построим практическую модель факторного анализа исследуемого нормированного наблюдения, учитывающего данные каждого запроса сервисного обслуживания в установленный период наблюдения и запишем в виде [11]:

$$X_{ik} = a_{1k}f_{i1} + a_{2k}f_{i2} + \dots + a_{jk}f_{ij} + \dots + a_{(m-1)k}f_{i(m-1)} + a_{mk}f_{im} = \sum_{j=1}^m a_{jk}f_{ij} \quad (11)$$

где:

$i = 1, 2, \dots, n$  – порядковый номер запроса сервисного обслуживания, поступившего в рассматриваемую CRM-систему;

$n$  – количество исследуемых запросов;

$k = 1, 2, \dots, p$  – порядковый номер признака рассматриваемого запроса сервисного обслуживания;

$p$  – количество признаков, характерных для каждого запроса;

$j = 1, 2, \dots, m$  – порядковый номер фактора;

$m$  – количество общих факторов;

$f_{ij}$  – общие факторы, которые влияют на несколько переменных  $X_i$  поступающих запросов одновременно;

$a_{jk}$  – нагрузка фактора  $j$  на признак  $k$  (факторная нагрузка).

Моделью факторного анализа служит, как и для регрессионного анализа, система случайных величин  $X_1, X_2, \dots, X_p$ . При этом каждая случайная величина обычно содержит  $n$  – наблюдений, т.е. исходный массив данных представлен матрицей  $X$  размерностью  $n * p$ :

$$X = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{21} & \dots & X_{p1} \\ X_{12} & X_{22} & \dots & X_{p2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{pn} \end{pmatrix} \quad (12)$$

В качестве  $p$  берем число признаков, и тогда с помощью главных компонент решается задача оценки тренда (тенденции развития наблюдаемого явления).

Если число  $p$  представлено совокупностью различных методов и атрибутов, то путем метода главных компонент решается задача комплексного анализа по объединению исследуемых признаков в факторы  $f$ .

Суть метода главных компонент состоит в переходе от системы случайных величин  $X_1, X_2, \dots, X_p$  к новой системе случайных величин  $f_1, f_2, \dots, f_p$ , ориентируясь на поведение дисперсии. При этом главная компонента определяется как линейная комбинация исходных случайных величин  $X_i$  [55]:

$$f_j = \sum_{i=1}^p a_{ij}x_i, \quad (13)$$

где  $j = 1, 2, \dots, m$ ; причем первая главная компонента  $f_1$ :

$$f_1 = \sum_{i=1}^p a_{i1}x_i \quad (14)$$

обладает максимальной дисперсией среди всех возможных линейных комбинаций вида (13).

В матричном виде модель выглядит как  $X = AF$ , где  $A = a_{kj}$  – прямоугольная  $p \times m$  матрица нагрузок общих факторов на исследуемые признаки поступающих запросов, связывающих исследуемые наблюдения  $X_i$  со скрытыми общими факторами  $f_1, f_2, \dots, f_j, \dots, f_m$ . В таблице 5 представлена матрица нагрузок на признаки рассматриваемых запросов сервисного обслуживания предприятия. Факторные нагрузки – это значение коэффициентов корреляции каждого из исходных признаков с каждым из выявленных факторов. Величина значения факторной нагрузки объясняется уровнем связи признака запросов с рассматриваемым фактором. Чем больше значение, тем плотнее связь и чем меньше значение, тем менее выражена связь признака с фактором. Значение близкие к 0 не несут смысловой нагрузки при дальнейшем анализе, такие показатели можно игнорировать при рассмотрении связи с конкретным фактором. Положительный знак факторной нагрузки указывает на прямую (а отрицательный – на обратную) связь данного признака с фактором. На основе полученной матрицы факторных нагрузок можно сделать вывод о наборе признаков запросов, имеющих максимальный вес в формировании каждого из выделенных факторов [69]. Полученным значениям необходимо дать

содержательную интерпретацию для дальнейшего выявления взаимосвязей с производственными процессами предприятия.

Таблица 5. Матрица нагрузок общих факторов на исследуемые признаки

	Фактор $f_1$	Фактор $f_2$	Фактор $f_3$	...	Фактор $f_j$	...	Фактор $f_m$
Наименование продукции $k = 1$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	...	$a_{1j}$	...	$a_{1m}$
Тип комплектующего оборудования $k = 2$	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	...	$a_{2j}$	...	$a_{2m}$
Модель комплектующего оборудования $k = 3$	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	...	$a_{3j}$	...	$a_{3m}$
Тип инцидента $k = 4$	$a_{41}$	$a_{42}$	$a_{43}$	...	$a_{4j}$	...	$a_{4m}$
Детали инцидента $k = 5$	$a_{51}$	$a_{52}$	$a_{53}$	...	$a_{5j}$	...	$a_{5m}$
Адрес установки $k = 6$	$a_{61}$	$a_{62}$	$a_{63}$	...	$a_{6j}$	...	$a_{6m}$
Решение по запросу $k = 7$	$a_{71}$	$a_{72}$	$a_{73}$	...	$a_{7j}$	...	$a_{7m}$
Дата отгрузки $k = 8$	$a_{81}$	$a_{82}$	$a_{83}$	...	$a_{8j}$	...	$a_{8m}$
Транспортная компания $k = 9$	$a_{91}$	$a_{92}$	$a_{93}$	...	$a_{9j}$	...	$a_{9m}$
Статус изделия $k = 10$	$a_{101}$	$a_{102}$	$a_{103}$	...	$a_{10j}$	...	$a_{10m}$
Дата запроса СО $k = 11$	$a_{111}$	$a_{112}$	$a_{113}$	...	$a_{11j}$	...	$a_{11m}$
Трудоемкость по разрешению запроса $k = 12 = p$	$a_{121}$	$a_{122}$	$a_{123}$	...	$a_{12j}$	...	$a_{pm}$

### 3.5 Разработка методики интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) и определение влияния главных факторов на эффективность процессов производства

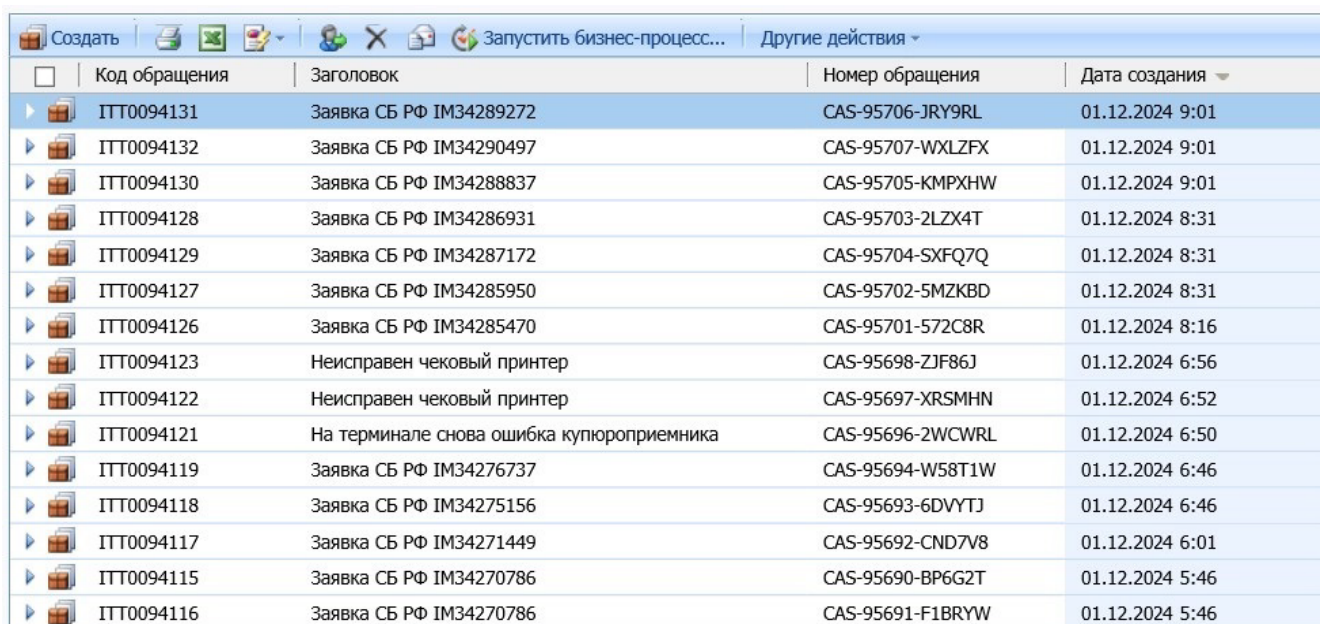
Анализ многомерных данных является одним из основных направлений развития прикладной математики в последние двадцать лет. Задача анализа данных в многомерном пространстве, а не в двух- или трехмерном, потребовала создания узкопрофильных программных средств. Рассматривая существующие программные пакеты статистической обработки данных, можно выделить STATISTICA, STATGRAPHICS, STADIA, SPSS. Перечисленные средства имеют штатные возможности автоматизации применения наиболее известных методов статистического анализа, таких как факторный анализ, кластерный анализ, регрессионный анализ, многомерный анализ, и др. [5]

В соответствии с выявленной математической зависимостью исследуемых наблюдений за возникающими инцидентами выпущенной продукции, для решения поставленной задачи факторного анализа большого количества исходных признаков поступивших запросов сервисного обслуживания выполнено программное решение в системе STATISTICA.

Программное решение применимо при проектировании и внедрении CRM-системы управления взаимоотношениями с клиентами на производстве и построении эффективной работы сервисного центра производственного предприятия.

Данный подход был использован при выполнении работ по повышению эффективности деятельности объединенного сервисного центра предприятия металлообработки и производства многокомпонентной сборочной продукции, производящее устройства банковского самообслуживания, кассовые счетные машины и роботов-манипуляторов.

Рассмотрим данные по поступившим запросам сервисного обслуживания (рекламациям) в CRM-систему предприятия за декабрь 2024 года. За 1 и 2 декабря 2024 года в сервисный центр поступило 56 запросов. Перечень поступивших запросов в реестре CRM-системы представлен на рисунках 22 и 23.



Код обращения	Заголовок	Номер обращения	Дата создания
ИТТ0094131	Заявка СБ РФ ИМ34289272	CAS-95706-JRY9RL	01.12.2024 9:01
ИТТ0094132	Заявка СБ РФ ИМ34290497	CAS-95707-WXLZFX	01.12.2024 9:01
ИТТ0094130	Заявка СБ РФ ИМ34288837	CAS-95705-KMPXHW	01.12.2024 9:01
ИТТ0094128	Заявка СБ РФ ИМ34286931	CAS-95703-2LZX4T	01.12.2024 8:31
ИТТ0094129	Заявка СБ РФ ИМ34287172	CAS-95704-SXFQ7Q	01.12.2024 8:31
ИТТ0094127	Заявка СБ РФ ИМ34285950	CAS-95702-5MZKBD	01.12.2024 8:31
ИТТ0094126	Заявка СБ РФ ИМ34285470	CAS-95701-572C8R	01.12.2024 8:16
ИТТ0094123	Неисправен чековый принтер	CAS-95698-ZJF86J	01.12.2024 6:56
ИТТ0094122	Неисправен чековый принтер	CAS-95697-XRSMHN	01.12.2024 6:52
ИТТ0094121	На терминале снова ошибка купюроприемника	CAS-95696-2WCWRL	01.12.2024 6:50
ИТТ0094119	Заявка СБ РФ ИМ34276737	CAS-95694-W58T1W	01.12.2024 6:46
ИТТ0094118	Заявка СБ РФ ИМ34275156	CAS-95693-6DVYTJ	01.12.2024 6:46
ИТТ0094117	Заявка СБ РФ ИМ34271449	CAS-95692-CND7V8	01.12.2024 6:01
ИТТ0094115	Заявка СБ РФ ИМ34270786	CAS-95690-BP6G2T	01.12.2024 5:46
ИТТ0094116	Заявка СБ РФ ИМ34270786	CAS-95691-F1BRYW	01.12.2024 5:46

Рисунок 22. Перечень запросов сервисного обслуживания за 1 декабря 2024 года

Код обращения	Заголовок	Номер обращения	Дата создания
ИТТ0094164	Заявка СБ РФ ИМ34349140	CAS-95739-TR25F4	02.12.2024 7:31
ИТТ0094160	Заявка СБ РФ ИМ34341789	CAS-95735-9N9KSG	02.12.2024 6:01
ИТТ0094159	Заявка СБ РФ ИМ34341460	CAS-95734-P2H61H	02.12.2024 6:01
ИТТ0094157	Заявка СБ РФ ИМ34324696	CAS-95732-JYN0J3	01.12.2024 17:01
ИТТ0094158	Заявка СБ РФ ИМ34324732	CAS-95733-4D039Q	01.12.2024 17:01
ИТТ0094156	Заявка СБ РФ ИМ34324364	CAS-95731-RVMPC9	01.12.2024 17:01
ИТТ0094154	Заявка СБ РФ ИМ34321304	CAS-95729-88JVSU	01.12.2024 15:46
ИТТ0094155	Заявка СБ РФ ИМ34321935	CAS-95730-847MNN	01.12.2024 15:46
ИТТ0094153	Заявка СБ РФ ИМ34318499	CAS-95728-YKQCH4	01.12.2024 14:46
ИТТ0094152	Заявка СБ РФ ИМ34312215	CAS-95727-Z95L6D	01.12.2024 13:01
ИТТ0094151	Заявка СБ РФ ИМ34311766	CAS-95726-0MJ8P0	01.12.2024 13:01
ИТТ0094149	Заявка СБ РФ ИМ34310103	CAS-95724-PX5YZ7	01.12.2024 12:46
ИТТ0094150	Заявка СБ РФ ИМ34310103	CAS-95725-P07J8G	01.12.2024 12:46
ИТТ0094148	Заявка СБ РФ ИМ34309901	CAS-95723-X1Q530	01.12.2024 12:46
ИТТ0094145	Заявка СБ РФ ИМ34308233	CAS-95720-49J4G4	01.12.2024 12:16
ИТТ0094146	Заявка СБ РФ ИМ34308524	CAS-95721-RXJ0CP	01.12.2024 12:16
ИТТ0094143	Заявка СБ РФ ИМ34305913	CAS-95718-Z6YZNG	01.12.2024 12:01
ИТТ0094144	Заявка СБ РФ ИМ34306860	CAS-95719-9ZS2VN	01.12.2024 12:01
ИТТ0094142	Заявка СБ РФ ИМ34305619	CAS-95717-GP34M6	01.12.2024 12:01
ИТТ0094141	Заявка СБ РФ ИМ34302898	CAS-95716-SSW3G6	01.12.2024 11:16
ИТТ0094140	Заявка СБ РФ ИМ34298874	CAS-95715-LJ3ZX4	01.12.2024 10:46
ИТТ0094139	Заявка СБ РФ ИМ34298211	CAS-95714-V02SW9	01.12.2024 10:46
ИТТ0094138	Заявка СБ РФ ИМ34295842	CAS-95713-CZYQ3P	01.12.2024 10:01
ИТТ0094137	Заявка СБ РФ ИМ34294142	CAS-95712-K4TT4N	01.12.2024 9:46
ИТТ0094135	Заявка СБ РФ ИМ34292518	CAS-95710-DLGDWBW	01.12.2024 9:31
ИТТ0094136	Заявка СБ РФ ИМ34292518	CAS-95711-R34QBJ	01.12.2024 9:31
ИТТ0094133	Заявка СБ РФ ИМ34290886	CAS-95708-33BV0H	01.12.2024 9:31
ИТТ0094134	Заявка СБ РФ ИМ34290886	CAS-95709-QS9P4Y	01.12.2024 9:31

Рисунок 23. Перечень запросов за 1 и 2 декабря 2024 года

В качестве исходных показателей взяты статистически независимые признаки запросов, что облегчает их физическую интерпретацию. Значения параметров имеют формат текста, целых и дробных чисел, даты. Программный пакет STATISTICA позволяет обрабатывать даты, целый и дробные числа. Для проведения статистического анализа текстовым значениям признаков надо присвоить цифровые значения. Для этого построим таблицы соответствия для кодирования текстовых данных запросов в соответствующие цифровые значения. Таблицы соответствия будут расширяться в процессе исследования с появлением новых запросов, по причине расширения адресов установки, описаний дефектов продукции, расширения номенклатуры и прочих значений признаков запросов сервисного обслуживания (рекламаций).

Например, для значений признака адрес установки продукции присвоим значения от 1 до 90 в зависимости от наименования территориального субъекта Российской Федерации, где размещена и эксплуатируется продукция: Республика Адыгея – 01, Республика Башкортостан – 02, Республика Бурятия – 03 и так далее до Херсонская область – 89.

Установим диапазон значения для каждого признака, исходя их физической интерпретации признаков:

- наименование продукции (данному показателю были присвоены цифровые значения от 1 до 40);
- тип комплектующего оборудования (от 1 до 24);
- модель комплектующего оборудования (от 1 до 250);
- тип инцидента или дефекта выпущенной продукции (от 1 до 15);
- детали инцидента или дефекта выпущенной продукции (от 1 до 100);
- адрес установки (от 1 до 90);
- решение по запросу (от 1 до 30);
- дата отгрузки продукции клиенту (данному показателю были присвоены фактические значения даты отгрузки изделия клиенту в формате даты ДД.ММ.ГГГГ);
- транспортная компания (от 1 до 10);
- статус изделия (данному показателю были присвоены значения от 1 до 3 в зависимости от условий обслуживания);
- дата запроса (данному показателю присвоена фактическая дата поступления запроса в CRM-систему в формате даты ДД.ММ.ГГГГ);
- трудоемкость запроса (данному показателю были присвоены фактические временные значения трудозатрат, потраченных на разрешения данного обращения в часах – данный показатель может принимать не целое значение).

На рисунке 24 схематично представлен механизм кодирования текстовых данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) для подготовки к интеллектуальному анализу данных.

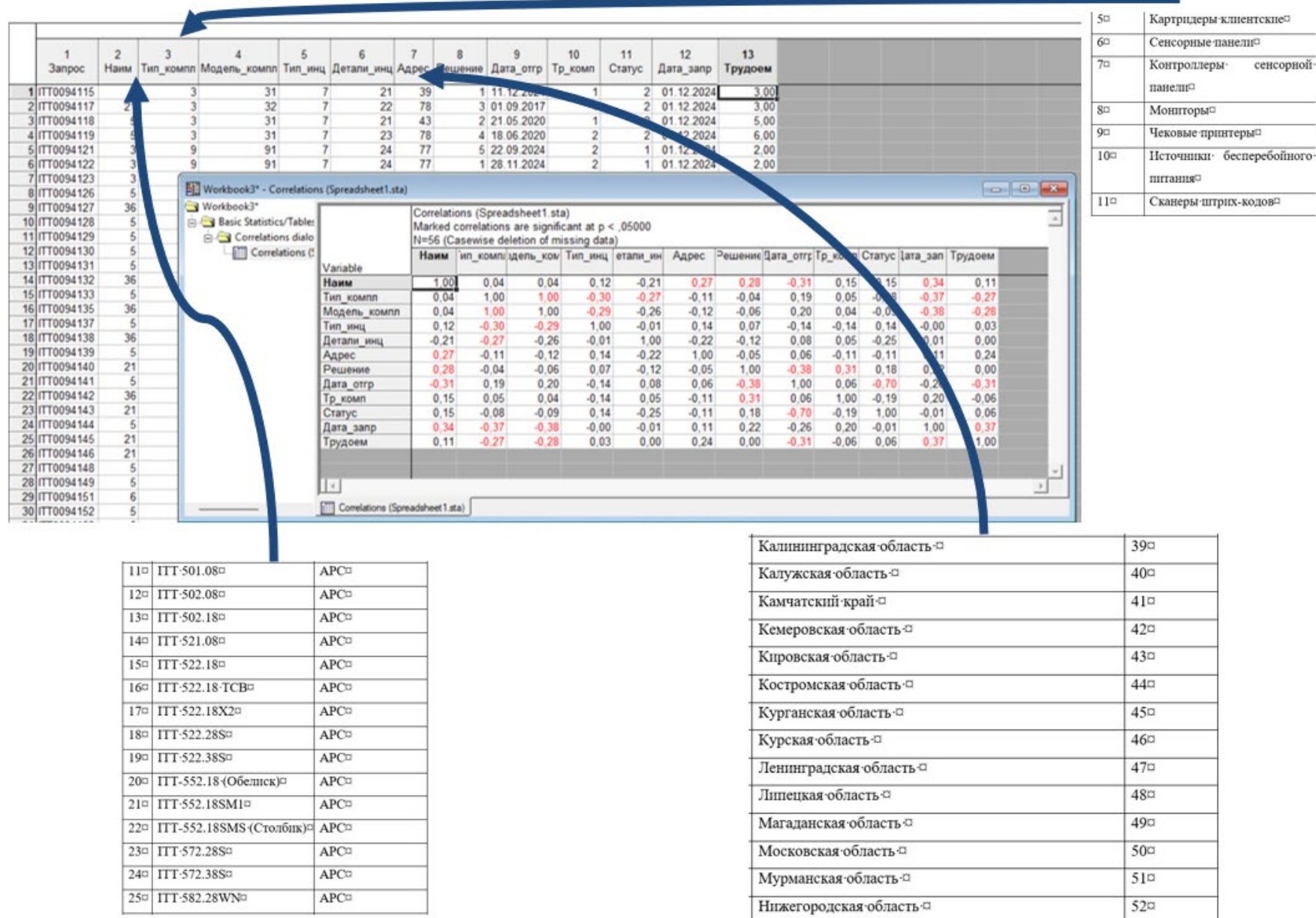


Рисунок 24. Механизм кодирования текстовых данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций)

В таблице 6 для наглядности приведены данные 56 запросов сервисного обслуживания в кодированном виде, поступивших в CRM-систему за два дня – 1 и 2 декабря 2024 года.

Таблица 6. Данные запросов сервисного обслуживания за 1 и 2 декабря 2024 г.

Запрос $i$ , где $i =$ $1, 2, \dots, n$	Наименование продукции $k = 1$	Тип комплектующего оборудования $k = 2$	Модель комплектующего оборудования $k = 3$	Тип инцидента $k = 4$	Детали инцидента $k = 5$	Адрес установки $k = 6$	Решение по запросу $k = 7$	Дата отгрузки $k = 8$	Транспортная компания $k = 9$	Статус изделия $k = 10$	Дата запроса СО $k = 11$	Трудоемкость по разрешению запроса $k = 12 = p$
ИТТ0094115	5	3	31	7	21	39	1	11.12.21	1	2	01.12.24	3
ИТТ0094117	21	3	32	7	22	78	3	01.09.17	1	2	01.12.24	3
ИТТ0094118	5	3	31	7	21	43	2	21.05.20	1	2	01.12.24	5
ИТТ0094119	5	3	31	7	23	78	4	18.06.20	2	2	01.12.24	6
ИТТ0094121	3	9	91	7	24	77	5	22.09.24	2	1	01.12.24	2
ИТТ0094122	3	9	91	7	24	77	1	28.11.24	2	1	01.12.24	2
ИТТ0094123	3	9	91	7	24	77	6	01.12.24	2	1	01.12.24	2
ИТТ0094126	5	22	220	8	2	78	7	29.05.21	2	2	01.12.24	1
ИТТ0094127	36	22	220	10	14	50	8	19.02.20	2	2	01.12.24	3
ИТТ0094128	5	9	91	7	21	39	3	10.10.20	1	2	01.12.24	2
ИТТ0094129	5	6	60	7	21	39	7	07.06.20	1	2	01.12.24	2
ИТТ0094130	5	22	220	1	25	47	7	15.10.20	2	2	01.12.24	1
ИТТ0094131	5	1	1	5	26	78	2	12.12.20	2	2	01.12.24	6
ИТТ0094132	36	22	220	7	9	51	9	19.02.20	3	2	01.12.24	2
ИТТ0094133	5	1	10	6	27	57	10	06.02.22	3	2	01.12.24	0,5
ИТТ0094135	36	9	91	7	21	47	10	08.11.24	2	1	01.12.24	0,5
ИТТ0094137	5	3	31	7	28	50	10	26.04.21	2	2	01.12.24	0,25
ИТТ0094138	36	3	31	7	18	78	4	28.10.21	2	2	01.12.24	3
ИТТ0094139	5	9	91	7	21	60	3	29.02.20	2	2	01.12.24	3
ИТТ0094140	21	6	60	11	11	78	11	22.09.17	2	2	01.12.24	7
ИТТ0094141	5	3	31	7	28	78	4	10.10.20	2	2	01.12.24	3
ИТТ0094142	36	22	220	1	2	78	12	08.09.22	2	2	01.12.24	3
ИТТ0094143	21	9	91	7	28	39	7	21.09.17	1	2	01.12.24	3
ИТТ0094144	5	5	51	3	29	60	1	01.12.24	2	1	01.12.24	3
ИТТ0094145	21	1	1	9	1	39	10	26.11.17	2	3	01.12.24	0,25
ИТТ0094146	21	3	32	7	28	47	7	04.04.18	2	2	01.12.24	3

ITT0094148	5	22	220	1	9	47	2	22.04.20	2	2	01.12.24	4
ITT0094149	5	9	91	7	21	39	3	29.02.20	1	2	01.12.24	3
ITT0094151	6	8	80	7	9	47	7	23.08.21	2	2	01.12.24	3
ITT0094152	5	10	100	4	28	60	13	05.05.22	2	1	01.12.24	3
ITT0094153	5	3	31	7	18	78	1	21.11.21	2	2	01.12.24	4
ITT0094154	5	22	220	2	25	47	7	12.07.20	2	2	01.12.24	1
ITT0094155	5	8	80	1	9	47	10	21.05.20	2	2	01.12.24	0,25
ITT0094156	21	3	32	7	28	47	3	12.07.18	2	2	01.12.24	3
ITT0094157	5	6	60	11	11	78	7	17.10.20	2	2	01.12.24	2
ITT0094158	5	3	31	7	23	47	4	11.12.21	2	2	01.12.24	3
ITT0094159	36	6	60	11	11	78	14	27.12.19	2	2	02.12.24	2
ITT0094160	36	3	31	7	23	78	7	27.12.19	2	2	02.12.24	2
ITT0094163	5	5	51	3	28	10	1	21.07.22	4	1	02.12.24	4
ITT0094164	21	1	1	3	1	78	15	11.03.16	2	2	02.12.24	8
ITT0094166	21	1	1	5	26	60	16	07.10.18	2	2	02.12.24	5
ITT0094169	21	3	32	7	10	53	17	13.01.17	2	2	02.12.24	6
ITT0094170	21	1	2	9	29	78	18	17.09.17	2	2	02.12.24	9
ITT0094171	3	3	21	7	1	78	5	03.11.24	2	1	02.12.24	2
ITT0094172	5	1	1	5	26	50	16	27.03.21	2	2	02.12.24	4
ITT0094173	21	2	21	7	13	78	5	08.06.18	2	2	02.12.24	2
ITT0094176	5	9	91	7	21	39	1	02.10.21	1	2	02.12.24	4
ITT0094177	21	5	52	7	30	10	19	02.12.17	4	2	02.12.24	2
ITT0094178	36	1	1	5	26	78	10	17.12.19	2	2	02.12.24	0,25
ITT0094182	5	3	31	7	21	39	3	07.06.20	1	2	02.12.24	3
ITT0094183	21	3	32	7	21	78	7	20.01.17	2	2	02.12.24	2
ITT0094184	36	8	80	1	9	78	1	27.12.19	2	2	02.12.24	6
ITT0094186	36	9	91	7	24	78	2	08.09.22	2	1	02.12.24	5
ITT0094187	36	2	22	7	13	78	2	30.09.21	2	2	02.12.24	6
ITT0094188	5	3	31	7	21	50	2	23.09.21	2	2	02.12.24	6
ITT0094189	21	5	52	7	31	78	2	06.06.18	2	2	02.12.24	6

Дальнейший анализ подготовленных данных из запросов сервисного обслуживания (рекламаций), поступивших в CRM-систему, выполним с применением программного пакета STATISTICA.

Факторный анализ позволяет отслеживать стабильность корреляционных связей между выбранными признаками рассматриваемой системы. На

рисунке 25 построена матрица коэффициентов корреляции в системе STATISTICA, предоставляющая основную информацию о связях между признаками.

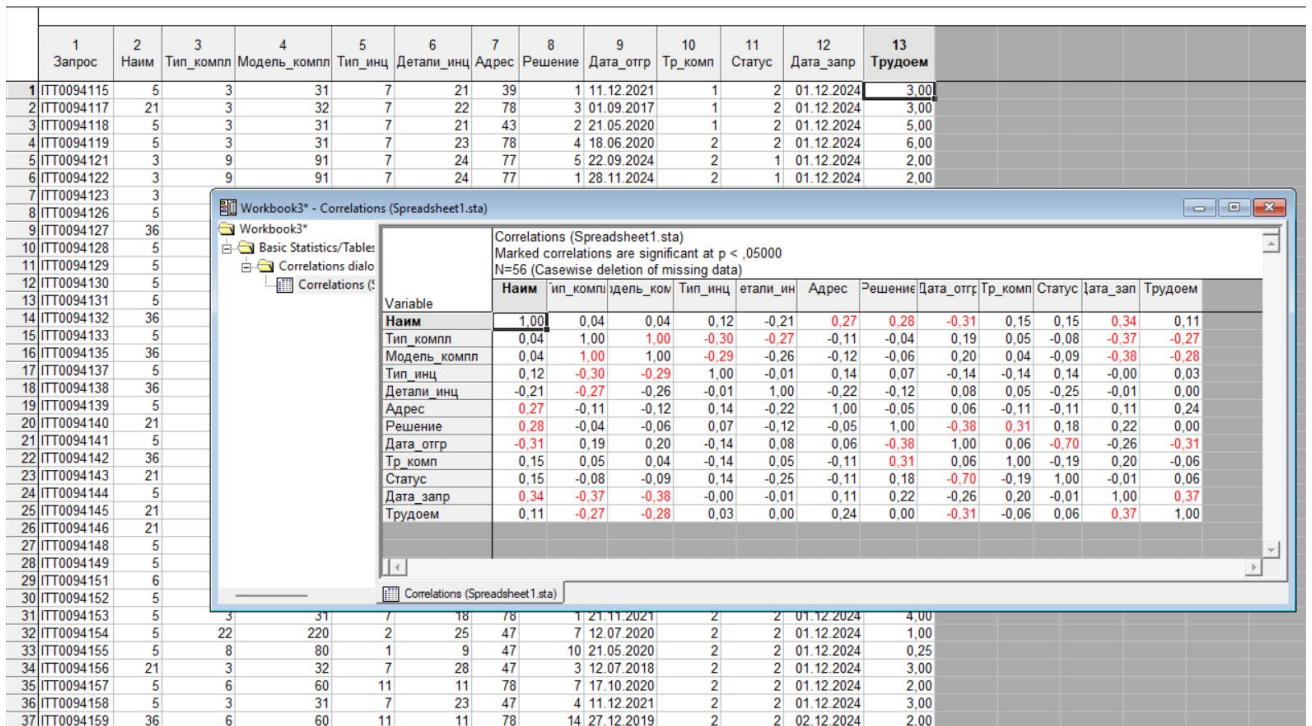


Рисунок 25. Матрица корреляции признаков системы

Сильную корреляцию признаков показывает коэффициент корреляции в пределах от 0,7 до 1,0. В этом случае можно исключить один признак с сильной корреляцией. В полученной матрице такими признаками являются Тип и Модель комплектующего оборудования. Максимальную корреляцию можно объяснить соответствием списка моделей определенному типу оборудования. Так как продукция предприятия является многокомпонентной и имеет различных поставщиков, а также подключена между собой через различные шлейфы, провода и платы, то конкретная модель может находиться в разном программно-аппаратном окружении и дальнейший интерес в изучении имеет как конкретные модели, так и группу таких моделей (т.е. тип комплектующего оборудования). Также можно рассмотреть возможность исключить слабо влияющий признак с минимальной корреляцией. При изучении полученных данных подобных значений корреляции между какими-либо признаками не выявлено, что доказывает отсутствие избыточности в исходных данных, поэтому подобранный

набор признаков будем считать оптимальным для проведения дальнейшего факторного анализа.

С помощью методов исследования многомерных данных в системе STATISTICA проведем факторный анализ всех переменных реестра с данными рассматриваемых запросов сервисного обслуживания. Корреляционная матрица вычисляется для 12 переменных. Одна из задач данного исследования – это снижение размерности матрицы, поэтому применим факторный анализ методом выделения главных компонент. Максимальное число общих факторов может быть равно количеству исследуемых признаков. С увеличением числа факторов существенно возрастают трудности их физической интерпретации. На основании изученных работ исследователей Афонина П.Н. и Сукач О.В. определим количество общих факторов, которые следует оставить для проведения дальнейшего анализа. На рисунке 26 представлен построенный график собственных значений факторов.

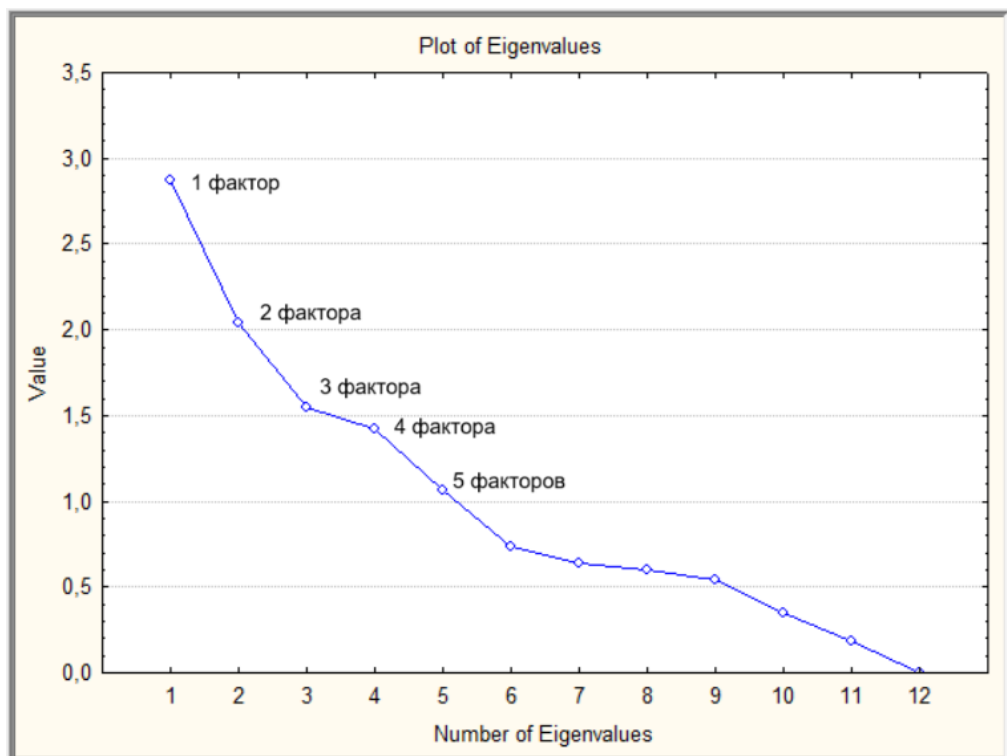


Рисунок 26. График собственных значений факторов.

Отбросим факторы с собственным значением меньше 1, что означает, что фактор не выделяет дисперсию эквивалентную, как минимум, одной переменной. Поэтому анализ этого фактора не будет более информативен, чем

анализ одного параметра. По этому принципу оставим 5 факторов. Для оставшихся 5-ти факторов найдем такое место на графике, где убывание собственных значений значительно замедляется. Предположим, что справа от этого значения находится только «факториальная осыпь», которую можно опустить для исследуемой задачи. По этому критерию можно оставить 3 главных фактора для дальнейшего исследования.

Для подтверждения или уточнения количества необходимых факторов построим графическое отображение вклада главных компонент в дисперсию исходных данных, отображенное на рисунке 27. Результаты отобразим в процентном соотношении.

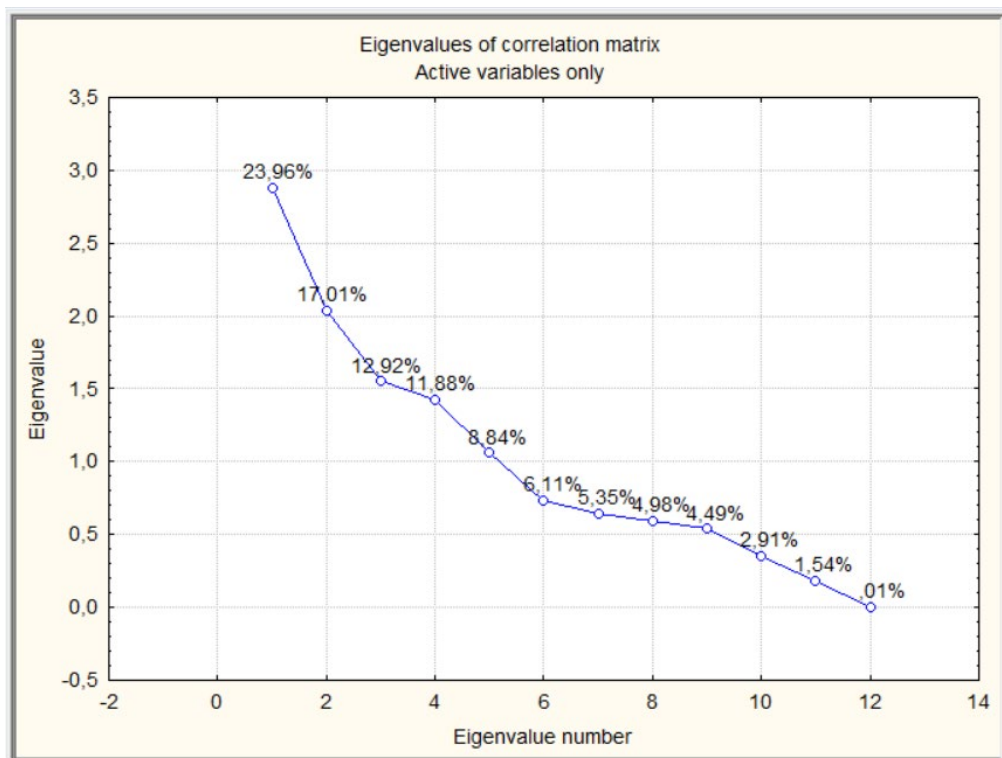


Рисунок 27. График отображения процентного вклада главных компонент в дисперсию исходных данных

Полученные в результате анализа данные говорят о том, что первые три фактора описывают  $23,96\% + 17,01\% + 12,92\% = 53,89\%$  дисперсии исходных данных, поэтому целесообразно для дальнейшего анализа расширить количество факторов до 4-х. Получим  $23,96\% + 17,01\% + 12,92\% + 11,88\% = 65,77\%$  дисперсии исходных данных, что означает чуть больше 30% потерь.

Как следует из полученных данных на рисунке 28, в первом главном факторе примерно одинаковые по величине положительные коэффициенты имеют: Тип и модель комплектующего оборудования. В третьем главном факторе – коэффициенты Статус и Дата запроса. В четвертом главном факторе – Адрес установки имеет превалирующее значение. Во втором главном факторе – коэффициенты Наименование продукции, Детали инцидента, Дата отгрузки, а также Тип и Модель комплектующего оборудования, Статус и Дата отгрузки. Представленные данные позволяют сделать вывод о том, что распределение исходных данных на пространстве исследуемых признаков достаточно адекватно описывается четырьмя выбранными главными компонентами – факторами.

Variable	Variable contributions, based on correlations			
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Наим	0,042141	0,143297	0,071414	0,049504
Тип_компл	0,214283	0,142504	0,001872	0,004728
Модель_компл	0,217830	0,135470	0,001366	0,004620
Тип_инц	0,050829	0,002864	0,062978	0,023208
Детали_инц	0,001015	0,174879	0,003282	0,128145
Адрес	0,017122	0,000032	0,016732	0,459497
Решение	0,039887	0,115085	0,056956	0,093156
Дата_отгр	0,136557	0,136449	0,056002	0,044122
Тр_комп	0,000007	0,008953	0,334323	0,101068
Статус	0,052428	0,139297	0,229774	0,030361
Дата_запр	0,133041	0,000772	0,158019	0,000450
Трудоем	0,094859	0,000397	0,007282	0,061139

Рисунок 28. Вклад переменных в формирование каждого фактора

Посмотрим результат анализа без вращения факторов, то есть без фактического вращения системы координат. На рисунке 29 представлены численно полученные факторные нагрузки, являющиеся значением коэффициента корреляции каждой из переменных с каждым из выявленных факторов.

Factor Loadings (Unrotated) (Spreadsheet1.sta)				
Extraction: Principal components				
(Marked loadings are > ,700000)				
Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Наим	-0,348113	-0,540842	0,332792	-0,265655
Тип_компл	<b>0,784982</b>	-0,539344	0,053880	-0,082098
Модель_компл	<b>0,791453</b>	-0,525865	0,046031	-0,081152
Тип_инц	-0,382316	0,076461	-0,312519	-0,181894
Детали_инц	-0,054027	0,597477	0,071341	0,427413
Адрес	-0,221895	-0,008092	0,161085	<b>-0,809354</b>
Решение	-0,338673	-0,484686	0,297202	0,364420
Дата_отгр	0,626647	0,527760	0,294704	-0,250800
Тр_комп	0,004352	-0,135188	<b>0,720054</b>	0,379581
Статус	-0,388283	-0,533240	-0,596943	0,208045
Дата_запр	-0,618528	-0,039698	0,495036	-0,025341
Трудоем	-0,522282	0,028469	0,106270	-0,295226
Expl.Var	2,875623	2,041284	1,550831	1,425587
Prp.Totl	0,239635	0,170107	0,129236	0,118799

Рисунок 29. Факторные нагрузки без вращения

Значение факторной нагрузки, большее 0,7, показывает, что данный признак тесно связан с рассматриваемым фактором. Чем теснее связь данного признака с рассматриваемым фактором, тем выше значение факторной нагрузки. Из таблицы факторных нагрузок было выявлено 4 фактора:

1. Первый фактор определяет Тип и Модель комплектующего оборудования со значением корреляции чуть менее 0,8. Данный фактор имеет также значительную связь с Датой отгрузки и обратную связь с Датой возникновения запроса. В связи с особенностью рассматриваемого производства, конечная продукция комплектуется из различных модулей. Для разных моделей используются комплектующие различных производителей, но одинакового функционального назначения.

Например, клиентская EPP-клавиатура: 21 –Thales v5 COM/USB, 22 – Thales v6 USB, 23 – ZT-588A(D16), 24 – ZT-588-CA7-D16, 25 - ZT-588-FA6-F20, 26 – Cryptera (SAGEM) 1215-5610 и так далее.

Данному фактору можно дать физическую интерпретацию в стойко сформированных зависимостях типа и модели комплектующего оборудования от срока его безотказного функционирования и

возникновения инцидента, требующего сервисного обслуживания. В качестве управленческого решения на основе установленных зависимостей можно рекомендовать проанализировать средний срок безотказной эксплуатации оборудования различных производителей, что выявит наиболее стабильные в эксплуатации устройства в эксплуатируемом программно-аппаратном окружении. На основании чего, можно инициировать изменение технологического процесса комплектации выпускаемой продукции устройствами более устойчивыми в эксплуатации и сузить вариативность модельного ряда комплектующего оборудования и тем самым повысить качество и отказоустойчивость выпускаемой продукции.

*Первый фактор – фактор влияния производителя комплектующего оборудования на частоту возникновения запросов сервисного обслуживания.*

2. Второй фактор не показал явно выраженного признака с максимальной корреляцией. Наибольшую корреляцию более 0,5 имеют признаки Наименование продукции, Тип комплектующего оборудования, Модель комплектующего оборудования, Детали инцидента, Дата отгрузки и обратную корреляцию имеет признак Статуса продукции.

Для данного фактора поведем дальнейшее вращение для более глубокого анализа.

3. С третьим фактором тесно связан признак наименования Транспортной компании и обратную корреляцию имеет признак Статуса продукции. Так как признак Статуса продукции имеет всего три возможных значения (1 - на гарантийном обслуживании, 2 - на постгарантийном обслуживании, 3 – истек срок гарантийного обслуживания), то полученную корреляцию можно считать случайно и не показательной для дальнейшего анализа. Транспортная компания занимается доставкой продукции до адреса эксплуатирующей организации клиента при отгрузке продукции со склада производства. Имеется незначительная связь с Датой отгрузки у данного

признака – 0,29, а с признаком Тип инцидента – 0,31. Возникновение первичных инцидентов после отгрузки товара может являться следствием погрешности работы Транспортной компании, поэтому данный фактор целесообразно проанализировать на большем количестве значений (например, за год), для выявления более стойких зависимостей.

Если выявленные связи сохранятся, то можно утверждать о частоте возникновения первичных инцидентов, связанных с услугами Транспортной компании. Управленческим решением будет служить анализ эффективности предоставления услуг доставки продукции Транспортными компаниями, а также оценка качества упаковочных материалов и изменение процесса упаковки на предприятия.

*Третий фактор – фактор влияния эффективности процессов предпродажной подготовки, упаковки и доставки продукции на возникновение первичных запросов сервисного обслуживания.*

4. Четвертый фактор определяет территориальное расположение объекта – признак Адрес. Для данного фактора значительный вес имеет корреляция с признаками Транспортная компания, так как зона действия транспортных компаний распределена в зависимости от региона обслуживания. Также значения более 0,35 имеют признаки Деталей инцидента и Решения. Так как предприятие имеет договорные отношения с региональными сервис-партнерами, занимающимися сервисным обслуживанием продукции, то выделенный фактор показывает значительную связь деталей инцидента и предоставленных решений. Это можно объяснить особенностями работы конкретных сервис-партнеров и их квалификацией, при этом корректность и оптимальность предоставленных решений можно оценить только путем дополнительного экспертного анализа.

На основе выделенного 4-го фактора можно выявить потенциальные риски при работе с региональными сервис-партнерами. Для своевременного выявления таких рисков ненадежного сотрудничества необходимо принять

управленческое решение по регулярному аудиту деятельности региональных сервис-партнеров, с целью актуализации нормативных документов по работе сервис-партнеров, выявлению уровня компетентности сервис-партнеров, своевременному обучению и повышению квалификации сотрудников сервис-партнеров и принятию решений по смене сервис-партнера, с целью минимизации убытков некорректных действий сервис-партнеров и повышению эффективности процесса сервисного обслуживания клиентов.

*Четвертый фактор – фактор влияния эффективности предоставления услуг региональных сервис-партнеров на сервисное обслуживание продукции.*

При проведении анализа рассчитанных в системе STATISTICA факторных нагрузок выявлены сложности с интерпретацией 2-ого фактора – фактора влияния производителя комплектующего оборудования на частоту возникновения запросов сервисного обслуживания. Для таких ситуаций в исследуемой литературе по проведению факторного анализа с помощью программных средств [5] рекомендовано прибегнуть к повороту осей, с целью получения решения, которое можно интерпретировать в исследуемой предметной области. Проведя эксперимент с применением различных поворотов оси для нормализованных и исходных (ненормализованных) факторов: Varimax (Варимакс), Biqartimax (Биквартимакс), Quartimax (Квартимакс) и Equamax (Эквимакс) получим схожие значения (в пределах изменения 0,02) по каждому фактору.

На рисунке 30 представлен результат вращения исходных факторов поворотом оси Varimax (Варимакс), предназначенным для максимизации дисперсий квадратов исходных факторных нагрузок по переменным для каждого фактора.

Factor Loadings (Varimax raw) (Spreadsheet1.sta)				
Extraction: Principal components				
(Marked loadings are > ,700000)				
Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Наим	0,086145	0,291809	0,429387	-0,563977
Тип_компл	<b>0,954683</b>	-0,070692	0,010657	0,014205
Модель_компл	<b>0,951296</b>	-0,078519	-0,001391	0,022463
Тип_инц	-0,335195	0,250421	-0,267911	-0,189531
Детали_инц	-0,445059	-0,301926	0,041998	0,506625
Адрес	-0,098003	-0,168656	-0,129536	<b>-0,821873</b>
Решение	0,004862	0,423150	0,625566	0,018398
Дата_отгр	0,192213	<b>-0,867331</b>	-0,170579	0,051593
Тр_комп	0,063106	-0,188600	<b>0,788587</b>	0,139402
Статус	-0,002046	<b>0,899923</b>	-0,149259	0,050889
Дата_запр	-0,452323	0,066163	0,554702	-0,336434
Трудоем	-0,400571	0,107382	0,082610	-0,439577
Expl.Var	2,549851	2,071289	1,653904	1,618281
Prp.Totl	0,212488	0,172607	0,137825	0,134857

Рисунок 30. Факторные нагрузки с применением вращения

Полученные результаты подтверждают ранее полученные данные наибольших факторных нагрузок по 4-м факторам. Соответствующие значения корреляции увеличились на 0,1-0,2 и достигли значений корреляции для 1-го фактора влияния производителя оборудования (признаки Тип и Модель комплектующего оборудования) на возникновение запросов – 0,95 и 0,95 соответственно, для 3-го фактора влияния Транспортной компании на возникновение первичных инцидентов – 0,79, для 4-го фактора влияния эффективности предоставления услуг региональных сервис-партнеров до 0,82 для признака Адрес (регион поставки продукции).

Для 2-го фактора получены стойкие корреляционные связи с весом 0,90 для Статуса изделия и обратной связи с весом 0,87 для Даты отгрузки. Полученные результаты имеют четкое и легкое объяснение, так как объединив выделенные признаки, можно установить логическую связь с увеличением влияния срока эксплуатации продукции на увеличение появления запросов сервисного обслуживания по продукции. Данный вывод актуален для всех видов эксплуатации физической продукции и не является показательным для рекомендаций по принятию управленческих решений. Данный фактор можно

исключить из дальнейших наблюдений. На примере второго фактора можно увидеть простой и логический вывод, который наглядно доказывает адекватность проведенных исследований и корректность результатов.

*Второй фактор – фактор постепенного естественного снижения отказоустойчивости продукции с увеличением времени эксплуатации.*

На основе полученных результатов наиболее показательными является 1-ый и 4-ый факторы. На рисунке 31 представлена построенная диаграмма, где все признаки представлены точками на круге диаметром 1, так как все корреляции находятся интервале от 0 до 1. Горизонтальная ось системы координат соответствует 1-ому фактору, а вертикальная – 4-ому фактору. Представленная диаграмма наглядно свидетельствует, насколько хорошо каждый признак воспроизводится текущим набором выделенных факторов, - чем ближе переменная к единичной окружности, тем лучше она воспроизведена в выбранной системе координат.

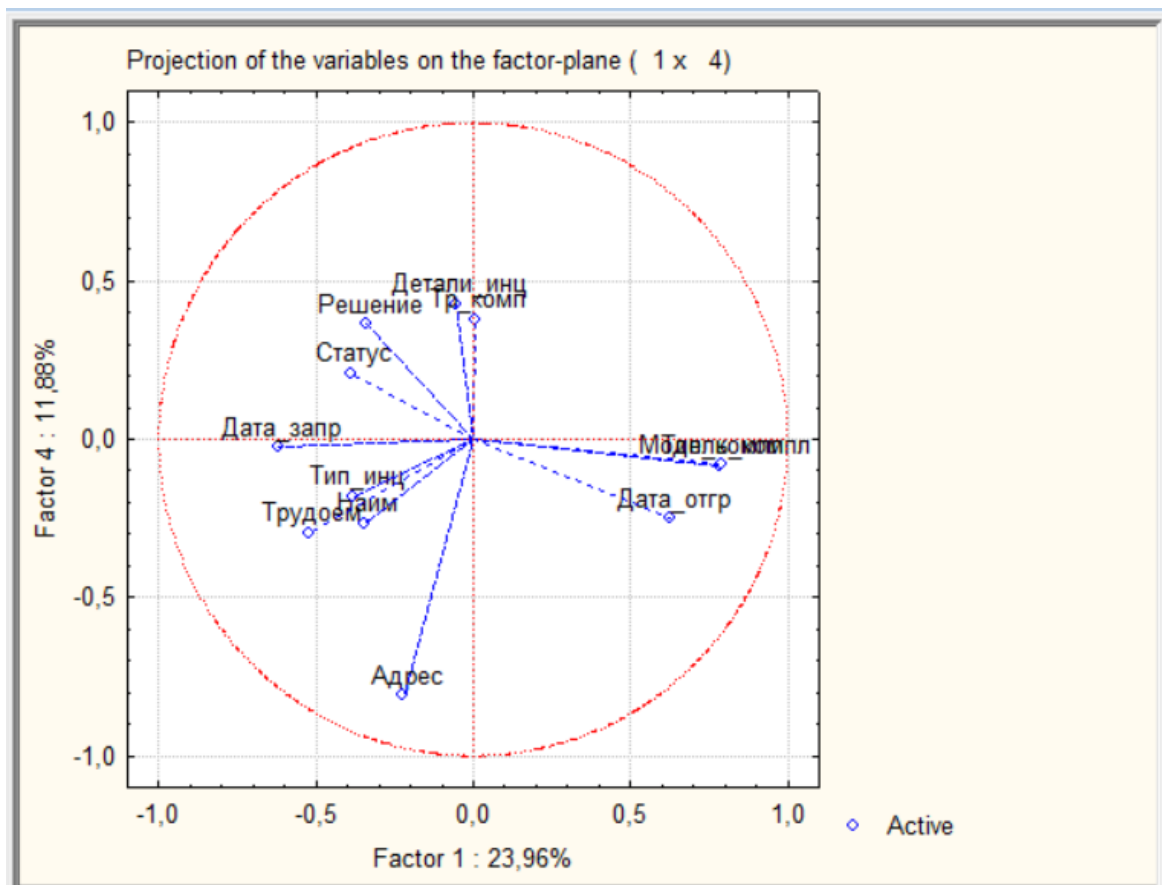


Рисунок 31. Распределение исследуемых признаков на пространстве 1-го и 4-го факторов

Затем построим 2D – диаграмму для анализа 1-го и 4-го факторов. На рисунке 32 получим диаграмму рассеяния всех запросов сервисного обслуживания на пространстве выбранных факторов. Наглядно выделяются из общей области запросы под номерами 39, 40, 41, 42, 43, 45 и 48. Анализ полученных результатов позволяет определить особенности исследуемых объектов, входящих в данную группу. Из 7-ми вошедших в группу запросов 5 инициированы по одинаковому наименованию продукции 21 – ИТТ 552.18SM1. При этом детальный анализ показал, что 3 из них инициированы по дефектам корпуса продукции (замки и двери сейфовой зоны и рабочего кабинета) и один по дефекту установки картридера устройства. Продукция выпущена в разное время, но при этом одним производственным отделом, выпускающим данное наименование. Поэтому можно выявить риски в качестве производства и сборки корпусных деталей производственного отдела «АРС» с применением соответствующих управленческих решений по контролю качества производства данного подразделения предприятия.

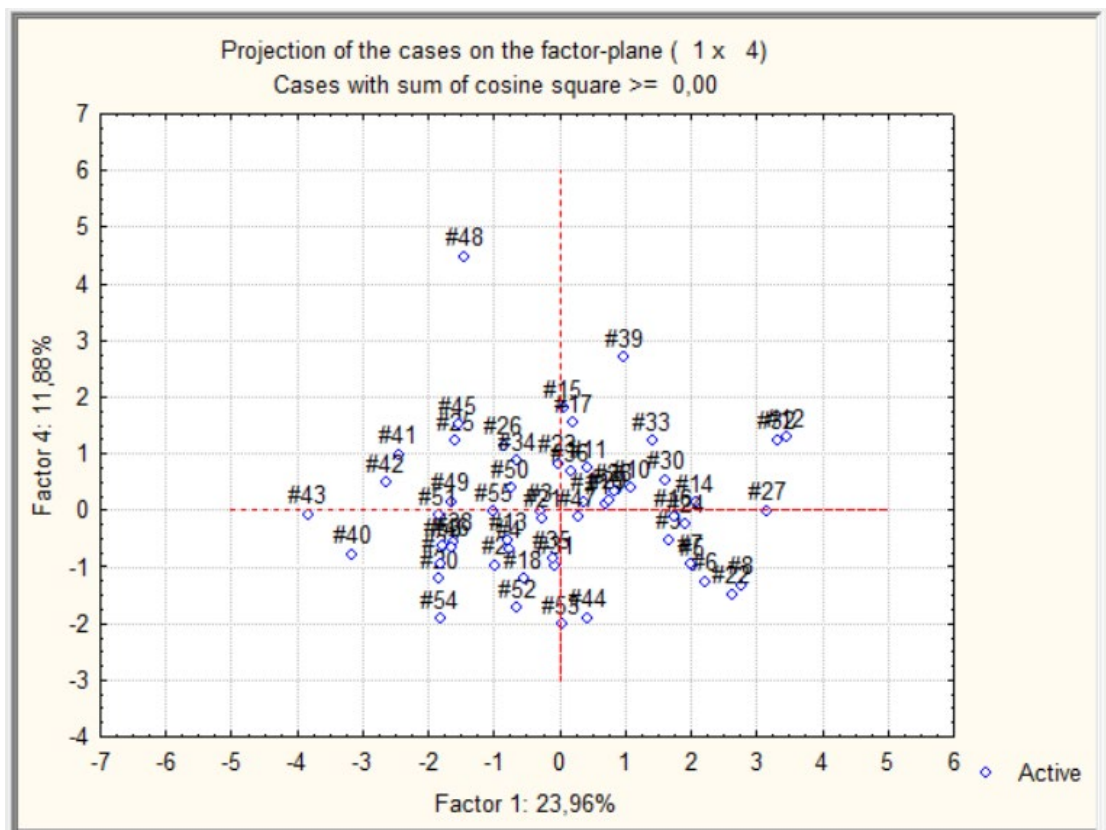


Рисунок 32. Диаграмма распределения исследуемых запросов сервисного обслуживания на площади 1-го и 4-го факторов

Показательным и наглядным для анализа является визуальное 3D-моделирование влияния отдельных показателей в виде сплайновой поверхности. На рисунке 33 построен график поверхности зависимостей параметров Адрес установки, Тип и Модель комплектующего оборудования, показывающих основные корреляционные связи в исследуемых факторах 1 и 4. На графике можно последить территориальное распределение типов и модель комплектующего оборудования, по которым поступили запросы сервисного обслуживания.

Переведя значения по координатным осям в соответствии заданным физическим значениям, можно сделать вывод что особенности типы и модели устройств по-разному распределены по регионам. Поставка продукции предприятия распространяется на всю территорию России. Соответственно климатические условия значительно отличаются. В силу специфики выпускаемых исследуемым предприятием устройств банковского самообслуживания, они могут быть установлены в слабо отапливаемом и слабо проветриваемом помещении, из-за чего разные условия эксплуатации по-разному могут влиять на отказоустойчивость продукции. По полученному графику можно обнаружить возникновение отказов по Санкт-Петербургу и Ленинградской области для типов устройств от 16 до 22, что соответствует комплектующим системного блока питания устройства. А для Москвы и Московской области распределение отказов по Типам и Моделям устройств носит равномерный характер и на полученном графике не наблюдается резкого перепада поверхностей. Эти значения можно объяснить большей влажностью городов из первых рассматриваемых регионов, в связи с чем выявляется большее количество отказов электроники.

В качестве управляющего решения для выявленных дефектов можно рассмотреть возможность адаптации устройств для более влажных и ветренных регионов России. Например, предоставление дополнительных услуг по комплектации выпускаемых устройств самообслуживания защитными корпусами с утеплением блока питания.

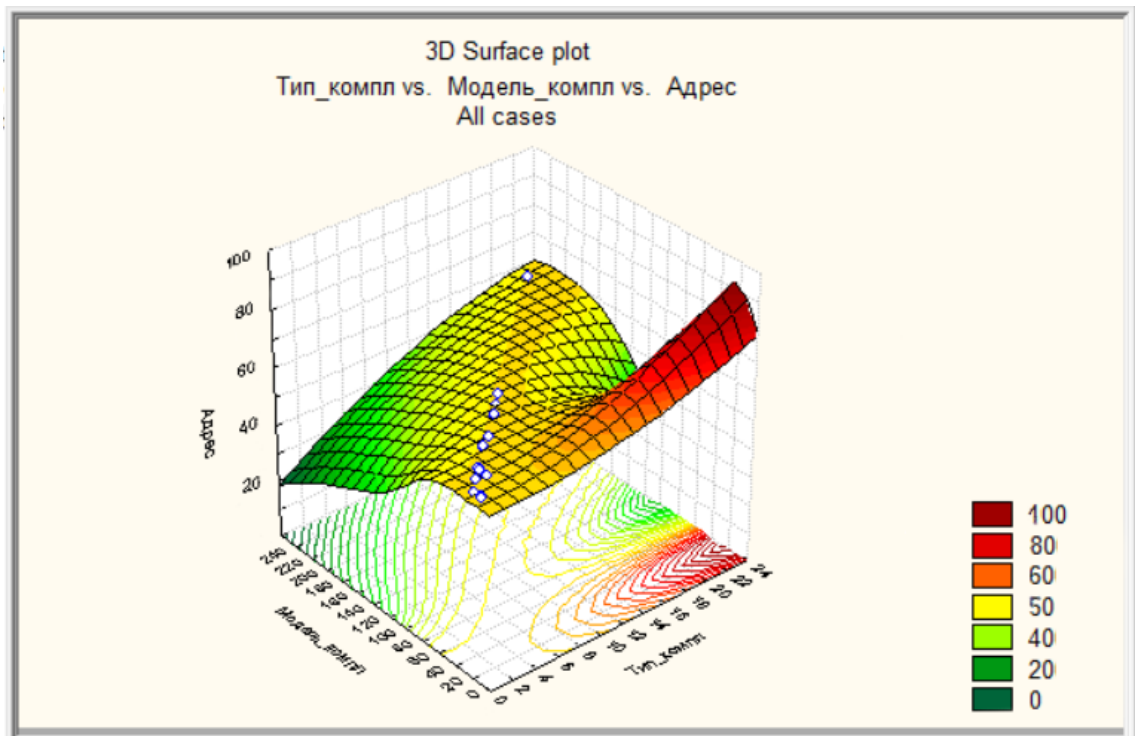


Рисунок 33. Диаграмма распределения исследуемых запросов сервисного обслуживания на площади признаков

Модель комплектующего/Тип комплектующего/Адрес

В рамках исследования имеет значение оценить типы возникающих инцидентов на конкретных наименованиях и типе оборудования. Для этого построим 3D-график поверхности взаимодействия соответствующих параметров, представленные на рисунке 34.

Например, детальные инциденты определяющие повторные сбои (со значением 21-24) наиболее характерны для центральных наименований продукции, в которую попадают устройства, производства подразделения «АРС», это устройства серии ИТТ 552.18SM, ИТТ 552.18SMS, ИТТ 572.28S, ИТТ 572.38S. Причем для устройства с присвоенным значением 21 – ИТТ 552.18SM при построении 2D-графика распределения исследуемых переменных на пространстве 1-го и 4-го факторов (рисунок 31) уже были выявлены риски, связанные с эффективностью производственных процессов.

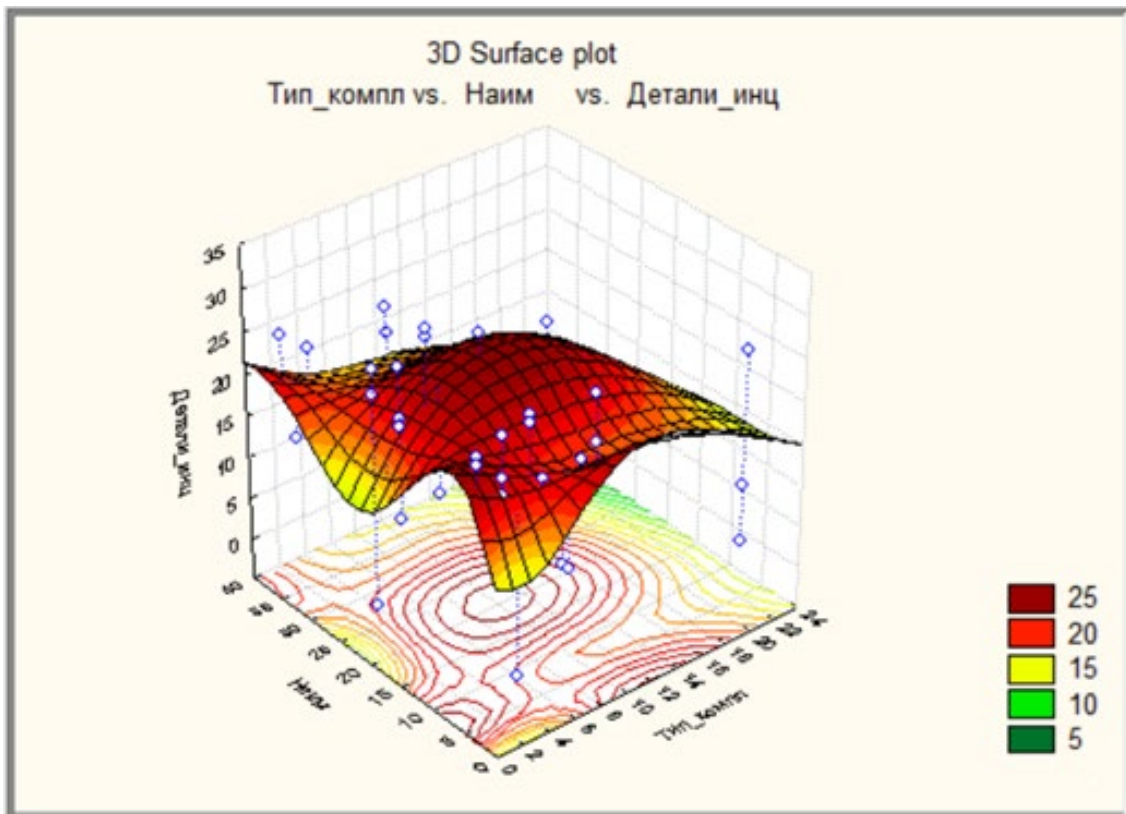


Рисунок 34. Диаграмма распределения исследуемых запросов сервисного обслуживания на площади признаков  
Наименование/Тип оборудования/Инцидент

В рамках проведенного исследования была разработана методика анализа выявленных факторов, дана физическая интерпретация факторов, были определены и обоснованы потенциальные риски возникновения новых инцидентов и даны рекомендации в сфере управленческих решений производственного предприятия.

Полученные факторы отвечают за порядка 70% дисперсии исходных данных. При постепенном накоплении данных для анализа могут наблюдаться изменения значимости и характера факторов и сформироваться новые правила выявления ключевых факторов. Что приведет к изменению значимых выводов и, как следствие, новым управленческим решениям. Позволит актуализировать влияние полученных главных факторов на производственные процессы. Интерпретация полученных данных позволяет прогнозировать дальнейшее развитие ситуации с высокой долей достоверности. Мгновенная скорость получения результатов определяется применением программного комплекса

статистических методов анализа, иначе называемых Data Mining технологии. Проведенное исследование было выполнено с применением системы STATISTICA, позволяющее реализовать интеллектуальный анализ данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) и выполнить визуализацию и документирование результатов, характеризующих процессы сервисного обслуживания предприятия и установить их взаимосвязи с производственными процессами. Данные для факторного анализа экспортируются из хранилища данных CRM-системы, что позволит проводить динамическую факторизацию данных на регулярное основе.

В качестве основных преимуществ применения факторного анализа признаков объекта исследования можно выделить опережающее возникновение нарушений производственных процессов (снижение эффективности процессов) на ранней стадии, которое часто невозможно заметить путем непосредственного наблюдения за признаками объекта. Это объясняется тем, что нарушение корреляционных связей между параметрами возникает значительно раньше, чем изменение одного параметра. Такое искажение корреляционных связей позволяет своевременно обнаружить факторный анализ параметров. Чтобы применять факторный анализ в исследованиях достаточно организовать процедуру накопления и хранения массивов данных за продолжительный период, что обеспечивает CRM-система при работе с запросами пользователей выпускаемой продукции.

Опираясь на исследования Буревой Н.Н. в рамках традиционных представлений можно сформулировать основную идею факторного анализа:

«- Сущность вещей заключена в их простых и многообразных проявлениях, которые могут быть объяснены с помощью комбинаций нескольких основных факторов.

- Общая сущность наблюдаемых вещей постигается через бесконечное приближение.» [11]

Данное исследование было проведено, основываясь на вышеприведенных принципах. Проведенный факторный анализ позволяет получить модель

взаимосвязи возникающих событий, которыми в системе являются запросы сервисного обслуживания (рекламации) клиентов, и производственных процессов. Взаимосвязи с производственными процессами позволяют выявить источник возникновения появившихся событий, что имеет большую ценность для теоретического исследования и для дальнейшего практического применения при корректировке и оптимизации производственных процессов предприятия.

### **3.6 Экспериментальная проверка влияния выявленных факторов на эффективность производственных процессов**

На основе результатов проведенного интеллектуального анализа данных установлены взаимосвязи запросов сервисного обслуживания (рекламаций) с производственными процессами и определены управленческие решения для повышения эффективности производственных процессов предприятия и предотвращения возникновения выявленных дефектов и инцидентов продукции.

1. При анализе первого фактора – фактора влияния производителя комплектующего оборудования на частоту возникновения запросов сервисного обслуживания (рекламаций) и диаграммы распределения исследуемых признаков на пространстве выявленных факторов выявлены недостатки производственных процессов подразделения «АРС» по изготовлению корпусных деталей и комплектованию элементов дверей, сейфовой зоны и рабочего кабинета.

В качестве управленческого решения произведен дополнительный анализ качества комплектующих элементов дверей, сейфовой зоны и рабочего кабинета и произведена замена деталей на более устойчивые в эксплуатации, применяемые на других моделях устройств. Произведена замена комплектующих для модели ИТТ 552.18SM1, которой по таблице кодирования присвоено значение «21». Дефектам корпусных деталей присвоены кодовые значения 1, 26, 29. В таблице 7 приведены данные за декабрь, январь, февраль,

март 2024 года до проведения корректирующих мер по замене комплектующих корпусных деталей и распределение запросов после изменения процессов ремонта, комплектования и сборки за апрель, май, июнь, июль, август, сентябрь и октябрь 2025 года. Количественный анализ показал уменьшение количества запросов по корпусным деталям и уменьшение процентного соотношения запросов по корпусным деталям от всех запросов по рассматриваемому устройству до 5 %. Так как средний срок эксплуатации устройств 10-15 лет, то положительный эффект от принятых корректирующих мер по комплектованию корпусных деталей следует рассматривать на протяжении длительного периода.

Таблица 7. Количественный анализ запросов ДО и ПОСЛЕ внедрения корректирующих мер по комплектации устройств

<b>Период исследования</b>	<b>Всего запросов</b>	<b>Количество запросов с Наименованием продукции «ИТТ 552.18SM1»</b>	<b>Процентное количество запросов с Наименованием продукции «ИТТ 552.18SM1»</b>	<b>Количество запросов с Наименованием продукции «ИТТ 552.18SM1» по дефектам корпусных деталей</b>	<b>Процентное количество запросов по дефектам корпусных деталей от всех запросов по Наименованию продукции «ИТТ 552.18SM1»</b>
1 и 2 декабря 2024 года	56	14	25,0%	4	28,6%
Декабрь 2024 года	825	220	26,6%	58	26,4%
Январь 2025 года	587	167	28,5%	42	25,2%
Февраль 2025 г.	674	178	26,4%	46	25,8%
Март 2025 года	831	235	28,3%	61	25,9%
Апрель 2025 года	793	192	24,2%	49	25,5%
Май 2025 года	625	162	25,9%	41	25,3%
Июнь 2025 года	728	182	25,0%	46	25,3%
Июль 2025 года	715	169	23,6%	41	24,3%
Август 2025 года	683	158	23,1%	35	22,2%
Сентябрь 2025 г.	672	155	23,0%	37	23,9%
Октябрь 2025 г.	668	150	22,5%	32	21,3%

2. В результате проведенного интеллектуального анализа было выявлено увеличение количества отказов системного блока питания устройства для регионов с более влажным климатом. Были проведены корректировки производственных процессов, в результате которых добавлена опциональная возможность комплектования устройств элементами утепления и дополнительной изоляции соединительных элементов. Данная опция предоставляется клиентам дополнительно на платной основе, что влияет на увеличении продажной стоимости устройств и дополнительную прибыль. За период с апреля по октябрь 2025 года для устройств, оснащенных дополнительными элементами утепления и изоляции не выявлено дефектов по системному блоку питания с кодом 2 – не включается, 4 – искрят провода/пропадает контакт, 5 – не переходит в клиентский режим. Ранее доля дефектов системного блока (с кодами 2, 5, 4) составляла порядка 3-4% всех запросов сервисного обслуживания (рекламаций).

3. При анализе четвертого фактора – фактора влияния эффективности предоставления услуг региональных сервис-партнеров на сервисное обслуживание продукции, в качестве управленческого решения на предприятии был проведен аудит деятельности региональных сервис-партнеров и проведен инструктаж по ремонту оборудования.

Рассмотрим для анализа запросы с решением «Замена оборудования», которым по таблице кодирование присвоено значение «2». В таблице 8 приведены данные за декабрь, январь, февраль, март 2024 года до проведения корректирующих мер по работе сервис-партнеров и распределение запросов после изменения процессов ремонта и обслуживания оборудования сервис-партнерами за апрель, май, июнь, июль, август, сентябрь и октябрь 2025 года. Количественный анализ подтверждает эффективность проведенных корректирующих мероприятий на основании заключения проведенного интеллектуального анализа. Количество решений по обращениям с заменой оборудования сократились в два раза с 12-13% до 5,5-6,5%. При этом количество обращений по повторным дефектам продукции не увеличились.

Таблица 8. Количественный анализ запросов ДО и ПОСЛЕ внедрения  
корректирующих мер по работе сервис-партнеров

Период исследования	Всего запросов	Количество запросов с Решением «Замена оборудования»	Процентное количество запросов с решением «Замена оборудования»
1 и 2 декабря 2024 года	56	7	12,5%
Декабрь 2024 года	825	99	12,0%
Январь 2025 года	587	76	12,9%
Февраль 2025	674	85	12,6%
Март 2025	831	101	12,2%
Апрель 2025 года	793	48	6,1%
Май 2025 года	625	35	5,6%
Июнь 2025 года	728	43	5,9%
Июль 2025 года	715	40	5,6%
Август 2025 года	683	36	5,3%
Сентябрь 2025 года	672	38	5,7%
Октябрь 2025 года	668	35	5,2%

Повышение эффективности деятельности предприятий после внедрения разработанных алгоритмов, модели, структурного решения, программного модуля и методики интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) в практику использования системы управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции подтверждено результатами внутреннего аудита предприятий, что зафиксировано в актах внедрения, представленных в Приложениях Д и Е.

### 3.7 Выводы по третьей главе

1. На основании проведенного анализа процесса постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции в комплексе со смежными процессами и системами предприятия представлена функциональная модель основного процесса работы сервисного центра – процесса обработки запросов

сервисного обслуживания (рекламаций) продукции в едином информационном пространстве предприятия с использованием CRM-системы на основе портального web-решения и интеллектуального анализа данных.

2. Проведенный сравнительный анализ с применением методов дискретной математики трех вариантов организации первичной обработки запросов сервисного обслуживания (рекламаций) доказывает преимущества предложенных алгоритмов автоматизированной обработки и принципов построения работы служб сопровождения и отдела рекламаций на основе портального web-решения. Предложенные алгоритмы автоматизации рутинных операций обработки запросов (рекламаций) и структура CRM-системы позволяют исключить временные затраты на этап регистрации, распределения и первичной обработки запросов клиентов, тем самым сократить сроки и снизить трудоемкость предоставления услуг сопровождения и сервиса, что является основными критериями повышения эффективности вспомогательных процессов предприятия по оказанию услуг сопровождения и сервиса.

3. Разработанная математическая зависимость при проведении интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) позволяет описать исследуемое наблюдение для дальнейшего выявления скрытых характеристик поступающих запросов, рисков возникновения дефектов продукции и определения их зависимостей с производственными процессами, что позволит осознанно влиять на эффективность этих процессов.

4. Возможности прикладного пакета STATISTICA позволяют реализовать практическое применение интеллектуального анализа на примере данных CRM-системы российского предприятия обслуживания банковского устройств и их комплектующих.

5. Экспериментальная проверка на действующем предприятии подтверждает эффективность проведенной корректировки производственных процессов по результатам интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций).

## **ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ЗАПРОСОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СППР ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

### **4.1 Структура СППР на основе интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия**

На верхнем уровне взаимодействия АСУП лежит принцип построения единой базы данных, содержащей всю финансовую, кадровую, производственную информацию. CRM-система также должна быть интегрирована со смежными системами предприятия через единую базу данных. Сбор, регистрация, обработка и предоставление решения по сервисным запросам клиентов должны учитываться в единой базе данных предприятия. После чего предлагается внедрить специально разработанную методику интеллектуального анализа данных для выявления влияния производственных процессов на возникновение дефектов продукции на этапе сопровождения и эксплуатации. [15]

Подготовленные данные поступают на уровень высшего менеджмента предприятия для интеллектуального анализа данных. Интеллектуальный анализ данных (Data mining) – это автоматический или полуавтоматический процесс «просеивания» массивов данных с целью извлечь из них ценную информацию и закономерности для конкретного применения. Основой для дальнейшего анализа служат предварительно подготовленные данные запросов сервисного обслуживания (рекламаций) из CRM-системы в простой и понятной структуре, потому что анализировать данные напрямую из производственных систем невозможно или очень затруднительно. Данные по предустановленному сценарию поступают в хранилище данных для организации процесса поддержки принятия решений на предприятии. Данные из производственных систем копируются в хранилище данных таким образом, чтобы при выполнении

запросов на анализ данных и построения отчетов не использовать смежные ресурсы предприятия и не нарушать целостность и стабильность выступающей системы.

Технологии интеллектуального Data Mining анализа могут использоваться при исследовании проблем качества продукции, технологических процессов производства и подготовки оптимальных управленческих решений. Основное назначение данной технологии – это автоматизированный поиск ранее не выявленных функциональных и логических закономерностей в многомерной системе данных. Источником для таких операций служит хранилище данных, связанное с базой данных (или несколькими базами) предприятия. [62] Реализуя рассматриваемый подход целесообразно внедрение в информационное пространство предприятия программного аппарата для анализа многомерных данных на основе СППР для формирования оптимальных управленческих решений на производственном предприятии.

Процедура принятия решений представляет собой действие над множеством альтернатив, в результате которого получается подмножество выбранных альтернатив. Желательно, чтобы это была одна альтернатива. [49] Главной задачей является выработка четких критерий, по которым будет происходить сравнение возможных альтернатив. Рассматривая различные критерии, можно сформулировать различные математические постановки задачи. Наиболее распространенный подход для решения задачи выбора является критериальный подход. Выбор альтернативы на основании критериального подхода предполагает, что выполненными являются несколько условий: известен критерий, задан способ сравнения вариантов и метод нахождения лучшего из них. В случае невозможности описать поставленную задачу в математическом виде, прибегают к экспертному методу, т.е. подключению квалифицированных экспертов, помогающих разрешить проблему на основе их профессионального опыта и интуиции. В основе проведенного исследования по решению задачи определения зависимости между накапливаемыми статистическими данными запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного

предприятия с одной стороны, и эффективностью производственных процессов предприятия с другой будем использовать математический и эвристический аппарат. На основе статистической модели и методики интеллектуального анализа данных разработан программный модуль для автоматизации проведения интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия. Результаты проведенного анализа в виде отчетов предоставляются эксперту СППР для формирования экспертного заключения с рекомендациями по корректировке производственных процессов.

Построенная структура СППР на основе анализа многомерных данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) представлена на рисунке 35.

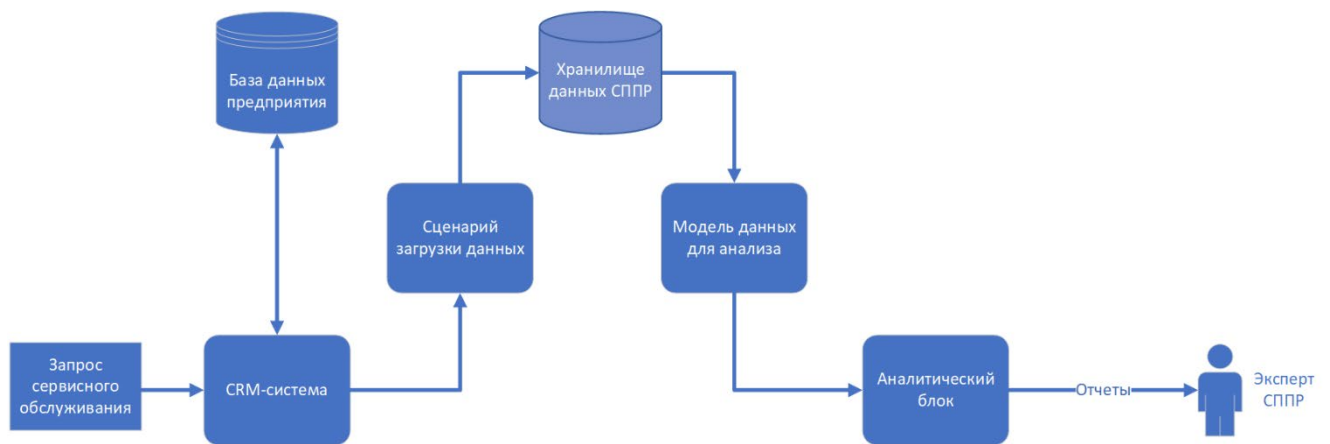


Рисунок 35. Структура СППР для обработки данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций)

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2015 п.8.5.2 «Идентификация и прослеживаемость» [48] от организации требуется использовать подходящие способы для идентификации выходов, когда это необходимо для обеспечения соответствия продукции и услуг. Поэтому выпускаемая продукция должна однозначно идентифицироваться в системе для прослеживаемости на протяжении всего ЖЦ и построения взаимосвязей со всеми связанными процессами предприятия. Идентификация выпускаемой продукции в системе происходит по уникальному серийному номеру продукции и ее комплектующих, прослеживаемых на протяжении всего цикла производства продукции.

Сценарий загрузки данных представляет из себя предустановленную и настроенную модель данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций).

Данная модель является адаптируемой и изменяемой под потребности производства и задачи интеллектуального анализа данных. В качестве предустановленного набора модулей запросов сервисного обслуживания (рекламаций) рассматриваемого предприятия по производству многокомпонентных банковских устройств самообслуживания возьмем для сценария из базы данных предприятия данные:

- наименование продукции;
- тип комплектующего оборудования;
- модель комплектующего оборудования;
- тип инцидента;
- адрес установки (страна/регион/край/область/город);
- дата отгрузки продукции;
- наименование транспортной компании или данные водителей собственной службы доставки;
- статус изделия (на гарантийном обслуживании/на постгарантийном обслуживании/истек срок гарантийного обслуживания);
- дата поступления запроса сервисного обслуживания;
- предоставленное решение по запросу сервисного обслуживания;
- трудоемкость по разрешению запроса сервисного обслуживания.

На рисунке 36 представлены взаимосвязи данных в виде универсальных параметров. [15]

Модель данных для анализа представляет собой шаблон перечня данных из хранилища данных СППР и временной период для проведения дальнейшего интеллектуального анализа данных в аналитическом блоке СППР предприятия. Анализ данных может проводиться на регулярной основе, например, 1 раз в месяц или 1 раз в год, тогда рассматриваются данные за прошедший период. На усмотрение руководства предприятия анализ данных может проводиться на основании внутренних распоряжений, тогда необходимо указать период анализа данных, например, за последние 5 лет.

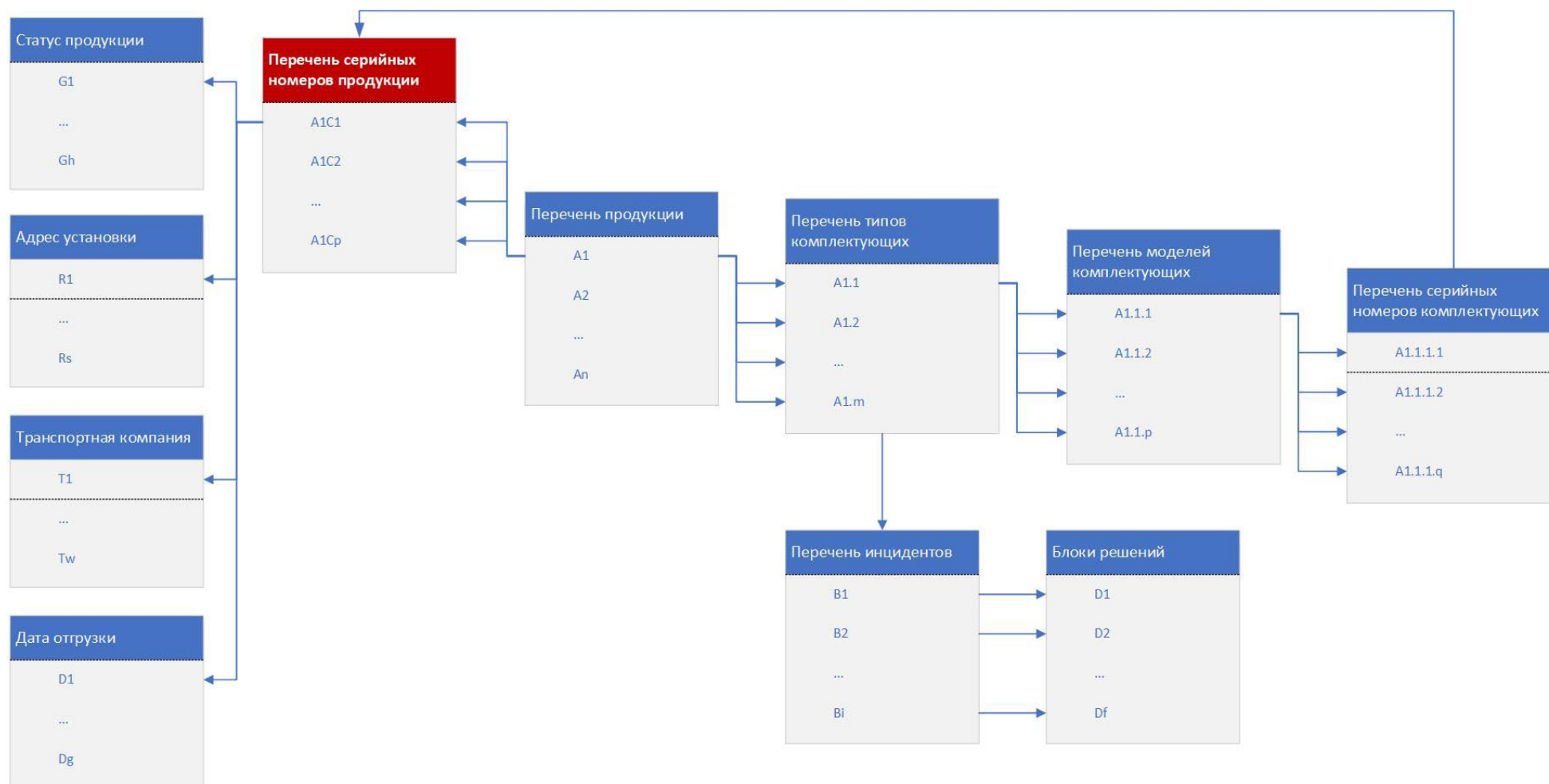


Рисунок 36. Схема модуля загрузки данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) в общем виде

На основе изученных работ в области анализа многомерных данных [11] был разработан алгоритм аналитического блока интеллектуального анализа данных с применением факторного анализа данных методом выделения главных компонент. Подготовленный алгоритм анализа данных позволяет подготовить универсальное программное решение для внедрения аналитического блока интеллектуального анализа данных и построить подсистему помощи принятия управленческих решений в инфраструктуре производственного предприятия.

#### **4.2 Описание алгоритма аналитического блока интеллектуального анализа данных СППР**

Аналитический блок позволяет рассчитать факторные нагрузки ненаблюдаемых (скрытых) факторов, влияющих на возникновение дефектов продукции, выделить главные факторы и предоставить отчет об анализе накопленных данных по поступившим запросам для рассмотрения эксперту СППР.

Экспертом СППР может быть сотрудник предприятия с высшим техническим образованием, обладающий обширными знаниями предметной области и опытом работы на исследуемом предприятии. Эксперт СППР должен быть хорошо знаком с процессами ЖЦИ, организационной структурой предприятия и обладать аналитическим складом ума.

Общий алгоритм работы аналитического блока СППР для управления предприятием на базе накопленных данных от CRM-системы состоит из:

- блока предварительной подготовки и загрузки данных в аналитический блок, представленного на рисунке 37;
- центрального блока факторного анализа данных, представленного на рисунке 38;
- блока построения диаграмм для физической интерпретации результатов, представленного на рисунке 39.

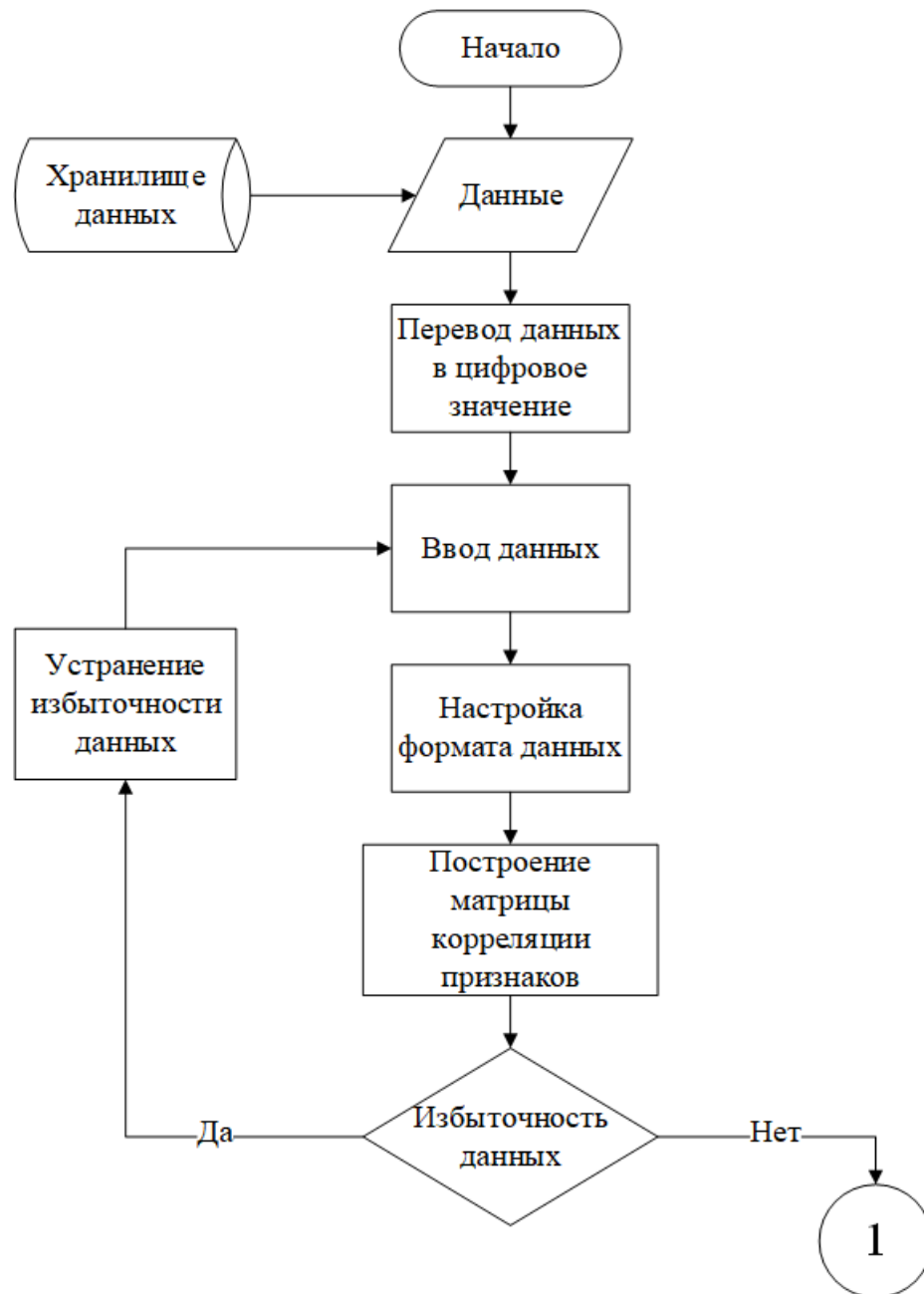


Рисунок 37. Блок предварительной подготовки и загрузки данных в аналитический блок

Устранение избыточности данных происходит при экспертном анализе построенной матрицы корреляции между всеми рассматриваемыми признаками. Сильная корреляция признаков (с коэффициентом корреляции в пределах от 0,7 до 1,0) показывает прямую зависимость одного признака от другого, в этом случае можно исключить один признак с сильной корреляцией, так как он не несет дальнейшей ценности в наблюдении.

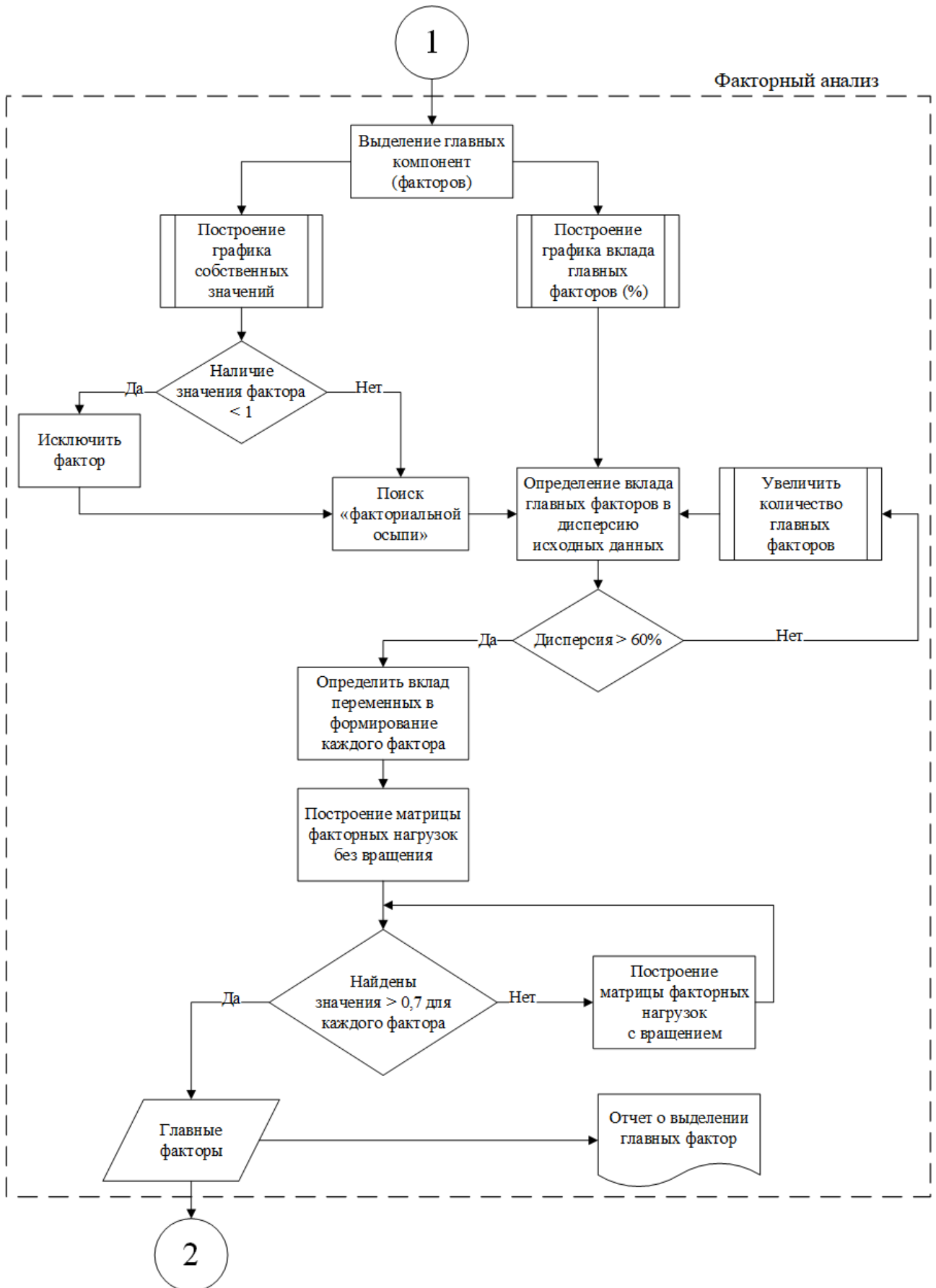


Рисунок 38. Центральный блок факторного анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций)

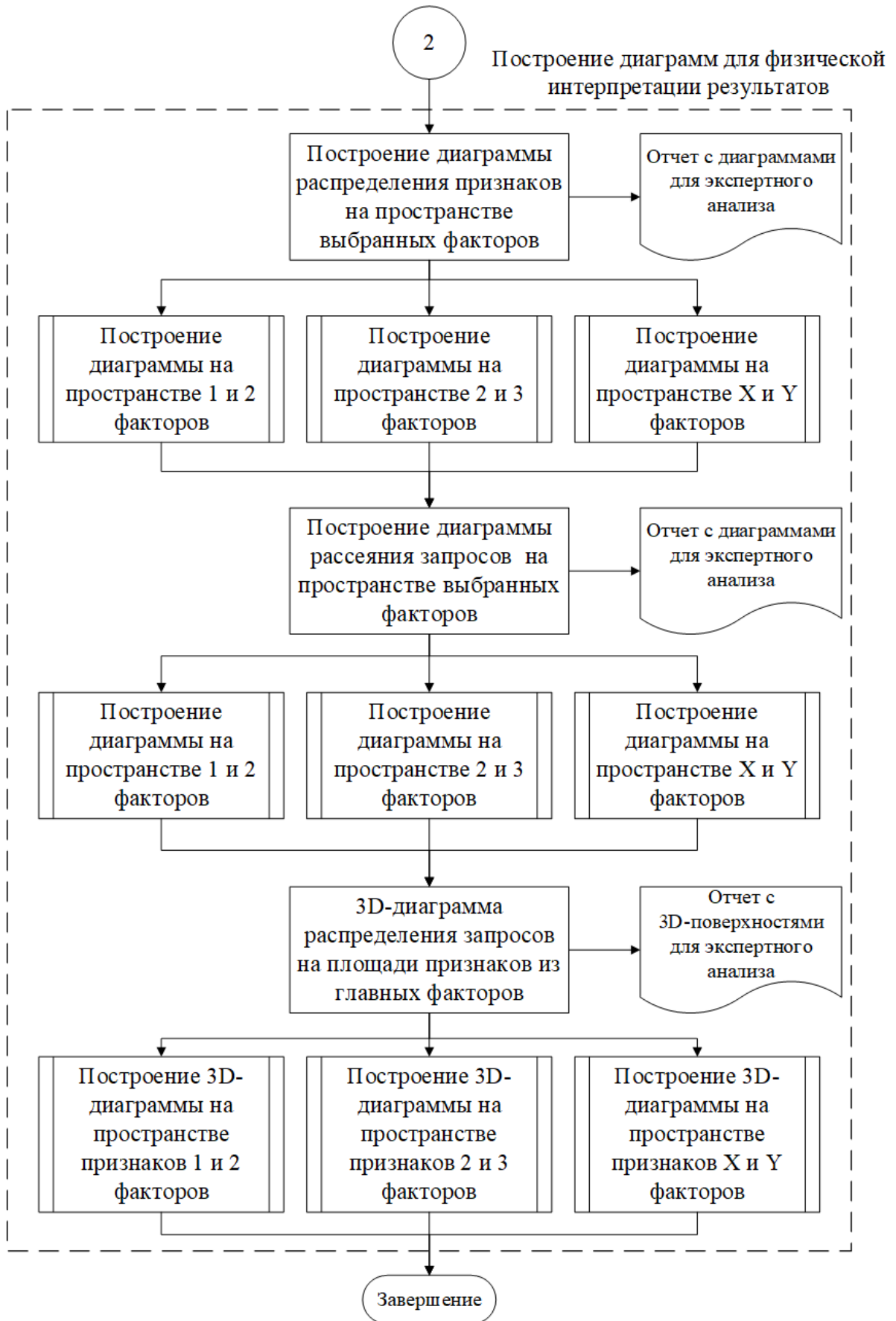


Рисунок 39. Блок построения диаграмм для физической интерпретации результатов

Отчет для экспертного анализа содержит в себе:

1. Количественные значения факторных нагрузок, являющиеся значением коэффициента корреляции каждой из переменных с каждым из выявленных факторов.

Наибольшие значения факторных нагрузок показывают тесную связь признака запроса с рассматриваемым фактором. Выделив признаки с наибольшей корреляцией необходимо выполнить обратный перевод цифровых значений в смысловые значения и выдвинуть гипотезу возникновения корреляции, учитывая особенности рассматриваемого предприятия и выпущенной продукции. Затем дать значимую физическую интерпретацию каждого фактора и его влияние на возникновение запросов сервисного обслуживания (рекламаций).

На этом этапе часть выявленных факторов может быть отброшена ввиду отсутствия известных возможностей потенциального влияния на причины возникновения запросов.

2. Наглядный графический отчет с диаграммами распределения признаков анализируемых запросов сервисного обслуживания на двумерном пространстве каждых двух выявленных факторов.

Представленные диаграммы наглядно свидетельствует, насколько хорошо каждый признак воспроизводится текущим набором выделенных факторов, - чем ближе переменная к единичной окружности, тем лучше она воспроизведена в выбранной системе координат. На диаграмме можно выделить признаки, наиболее влияющие на выявленные факторы и определить их причинно-следственные связи.

3. Наглядный графический отчет с диаграммами рассеяния списка анализируемых запросов сервисного обслуживания на двумерном пространстве каждых двух выявленных факторов.

Наглядная сгруппированность ряда запросов на двумерном пространстве факторов позволит обратить внимание на конкретные значения поступивших запросов определенной группы для выявления общих связей с причинами

возникновения запросов. Эксперту СППР необходимо проанализировать группы запросов и рассмотреть конкретные значения параметров выявленных запросов для выявления причинно-следственных связей с производственными процессами.

4. Наглядный графический отчет со сформированными сплайновыми 3D-поверхностями распределения запросов сервисного обслуживания (рекламаций) на площади признаков, имеющих наибольший вклад в формирования выявленных главных факторов.

Сплайновые поверхности имеют цветовое разбиение, на основании которого можно определить наибольшую сконцентрированность запросов по выделенным значениям признаков. Это позволит установить зависимости частоты возникновения запросов в привязке к признакам, выделенных главных факторов.

Сформированные отчеты предоставляются ответственному сотруднику-эксперту СППР и позволяют провести дальнейшую физическую интерпретацию полученных факторов, установить причинно-следственные связи с производственными процессами, определить потенциальные риски возникновения дефектов продукции и вынести экспертное заключения для принятия соответствующего управленческого решения на уровне руководства предприятия. Полученные результаты позволят обратить внимание руководящих подразделений на проблемные участки процесса производства, что позволит инициировать корректировку соответствующих производственных процессов и достичь повышения эффективности производственных процессом за счет предотвращения повторного возникновения дефектов и инцидентов выпущенной продукции.

Критериями повышения эффективности производственных процессов будет служить сокращение количества сервисных запросов (рекламаций) продукции, повышение качества выпускаемой продукции и, как следствие, сокращение убытков предприятия на гарантийный ремонт и обслуживания выпускаемой продукции.

### **4.3 Практическая реализация программного модуля интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) и методика формирования экспертного заключения**

На основании полученных алгоритмов разработан программный модуль, при использовании которого достигается автоматизации работы аналитического блока интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций), поступивших через web-портал CRM-системы управления постпроизводственным сопровождением продукции и взаимоотношениями с клиентами предприятия.

Многомерными анализируемыми данными являются параметры запросов, детали и специфика возникших дефектов и инцидентов продукции, производственные данные и характеристики комплектующих продукции, информация по поставщикам, производственным отделам, ответственным, особенности упаковки, доставки и эксплуатации продукции. Разработанный аналитический блок является универсальным, а перечень исходных данных не ограничен и является адаптируемым под специфику конкретного предприятия. Данные являются накопительными и поступают в объединенное хранилище данных для дальнейшего анализа. С увеличением объема анализируемой информации происходит корректировка результатов анализа, уточнение и изменение структуры преобладающих факторов, что обеспечивает динамический контроль и постоянство усовершенствования процессов в перспективе.

Программный модуль реализуется средствами языков объектно-ориентированного программирования и встроенными возможностями пакетов статистической обработки данных. Программный модуль обеспечивает выполнение математических расчетов и построение диаграмм, графиков, матриц, для дальнейшего экспертного анализа на предприятии:

- матрица корреляции признаков (параметров) запросов сервисного обслуживания (рекламаций) предприятия – матрица факторных нагрузок;
- график собственных значений факторов, путем применения факторного анализа;
- график вклада главных компонент (факторов) в виде %-ного соотношения;
- матрица вклада каждого признака (параметра) запроса в формирование каждого выявленного фактора;
- матрица факторных нагрузок без вращения;
- матрица факторных нагрузок с применением вращения, для дополнительного анализа факторов в случае затруднений в интерпретации факторных нагрузок без вращения;
- диаграммы распределения признаков (параметров) на пространстве выбранных факторов;
- диаграмма распределения запросов на пространстве выбранных факторов;
- 3D-диаграммы распределения запросов на пространстве преобладающих признаков (параметров) из выбранных факторов.

Алгоритм для реализации программного модуля интеллектуального анализа данных и методика формирования заключения экспертом СППР представлены в таблице 9.

На основе полученного алгоритма анализа данных в программном пакете STATISTICA разработан программный модуль, состоящий из блока факторного анализа данных, представленного в Приложении А, и блока исследования запросов на пространстве полученных факторов, представленного в Приложении В. Результаты выполнения программного модуля представлены в виде отчетов в Приложении Б и Приложении Г.

Таблица 9. Алгоритм анализа и методика формирования экспертного заключения

Алгоритм процесса	Экспертный анализ
<p style="text-align: center;">Начало</p>	
<p style="text-align: center;">Подготовленные данные</p>	
<p style="text-align: center;">Построение матрицы корреляции признаков Correlations 1</p>	<p>1. Анализ матрицы на избыточность признаков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исключить признаки с максимальной корреляцией, близкой к 1,0 (избыточность признаков);</li> <li>- исключить признаки с минимальной корреляцией менее 0,1 (слабо влияющий признак).</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Построение графика собственных значений факторов Plot of Eigenvalues 2</p>	<p>2-3. Поиск оптимального количества факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отбросить факторы со значением &lt;1;</li> <li>- определить «факториальную осыпь» - место, после которого справа идет замедление убывания собственных значений;</li> <li>- определить количество факторов с суммой дисперсии более 60-70%.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Построение графика вклада главных компонент (в %) Eigenvalues of correlation matrix 3</p>	
<p style="text-align: center;">Построение матрицы вклада переменных в формирование каждого фактора Variable contributions, based on correlations 4</p>	<p>4. Определить наличие вклада переменных в формирование каждого фактора:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- найти преобладающие признаки для каждого фактора (по максимальным значениям).</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Построение матрицы факторных нагрузок без вращения Factor Loadings (Unrotated) 5</p>	
<p style="text-align: center;">Построение матрицы факторных нагрузок с вращением Factor Loadings (Varimax row) 6</p>	<p>5-6. Интерпретировать факторы по признакам с факторными нагрузками больше 0,7 и определить причинно-следственные связи с производственными процессами.</p>
<p style="text-align: center;">Построение диаграммы распределения признаков на пространстве факторов Projection of the variables on the factor-plane 7</p>	<p>7. Определить наиболее показательные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- чем ближе признак к единичной окружности, тем лучше он воспроизведена в выбранной системе координат.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Построение диаграммы распределения запросов на пространстве факторов Projection of the cases on the factor-plane 8</p>	
<p style="text-align: center;">Построение 3D-диаграммы распределения запросов на пространстве признаков 3D Surface plot 9</p>	<p>8. Найти выраженную сгруппированность запросов и провести детальный анализ всех признаков, с целью выявления связей с пр. процессами.</p>
<p style="text-align: center;">Построение 3D-диаграммы распределения запросов на пространстве признаков 3D Surface plot 10</p>	<p>9-10. Найти наиболее выраженные области 3D-поверхности для определения причинно-следственных связей с производственными процессами.</p>
<p style="text-align: center;">Завершение</p>	

Экспертный анализ результатов программного модуля выделенным экспертом СППР предприятия позволяет дать физическую интерпретацию выявленным факторам, определить причинно-следственные связи возникновения запросов сервисного обслуживания (рекламаций) с этапами жизненного цикла изделия, и определить потенциальные риски возникновения повторных инцидентов и дефектов продукции, выявленных на этапе эксплуатации и сопровождения. Предоставленное экспертное заключение передается на рассмотрение руководству предприятия для дальнейшего принятия обоснованных управленческих решений.

#### **4.4 Оценка эффективности внедрения разработанной структуры CRM-системы производственного предприятия**

CRM-система на основе порталного web-решения, обеспечивающая сбор, хранение, обработку и интеллектуальный анализ данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия и разработанные алгоритмы автоматизированной обработки запросов сервисного обслуживания (рекламаций) являются средствами цифровизации и оптимизации работы производства и не являются прямым источником доходов предприятия. Можно лишь косвенно оценить экономический эффект от их внедрения на предприятии.

Исходя из названия системы – система управления сопровождением и взаимоотношениями с клиентами, главным действующим лицом системы является именно клиент, поэтому необходимо также рассматривать эффективность этой системы со стороны клиента и лиц, принимающих непосредственное участие в их взаимодействии. [17] В таком случае эффект от внедрения системы будет также заметен в повышении эффективности процессов сопровождения, логистики и сервисного обслуживания, которые проявятся в таких показателях, как рост производительности сотрудников, повышение скорости обслуживания – время реакции, исключение потерь и дублирования

информации. Повышение эффективности предоставляемых услуг позволит достичь максимальной удовлетворенности клиентов, что будет поддерживать стабильные и долгосрочные договорные отношения и, как следствие, позволит сохранить должный уровень дохода предприятия в перспективе.

При поверхностной оценке эффективности внедрения АС хорошо подходит расчет рентабельности инвестиций (ROI – «return-on-investment»). «Рентабельность инвестиций в интеллектуальные активы, например в научные исследования и развитие, персонал и информационные системы, также способствует увеличению совокупной доходности инвестиций компании.» [39]

Показатель ROI является отношением суммы прибыли или убытков к сумме вложенных инвестиций. Для оценки рентабельности инвестиций информационной системы следует воспользоваться формулой [6]:

$$ROI = \frac{\text{(увеличение прибыли от внедрения АС)}}{\text{(затраты на внедрение АС)}} \quad (15)$$

Сложный расчет требуется уже при подсчете вложенных инвестиций (I0), т.е. непосредственных единовременных затрат на внедрение. Применительно к CRM-системам такими затратами могут быть видимые затраты [33, 27]:

- расходы на приобретение программного продукта и его лицензий;
- расходы на аппаратное обеспечение и оборудование;
- расходы на адаптацию программного обеспечения;
- расходы на техническую поддержку и консультационные услуги;
- расходы на разработку, внедрение и поддержку программного продукта внутренними сотрудниками;
- командировочные расходы;
- расходы на электроэнергию и услуги связи;
- прочие статьи расходов.

Но более полным будет результат оценки эффективности внедрения АС методом выявления ключевых показателей эффективности, основанным на общепринятой сбалансированной системе показателей Р. Каплана и Д. Нортон

(«Balanced scorecard» [39]). Сбалансированная система показателей позволяет акцентировать внимание на долгосрочных результатах, выявить основные показатели для конкретного вида инвестиций и анализировать показатели ДО и ПОСЛЕ внедрения системы, определить перспективные цели и выработать стратегию дальнейшего развития предприятия.

Внедрение на предприятии CRM-системы затрагивает существующие процессы предприятия, поэтому важно определять «эффективность внедрения не только самой системы, но и новых принципов работы предприятия. Первое предполагает автоматизацию, что приводит к экономии ресурсов, а второе - организационную инновацию.» [33]

Современные оценочные мультипликаторы бизнеса, являющиеся ключевыми показателями финансовой составляющей, представляют собой групповые методы анализа финансовой составляющей [68, 80]:

#### 1. Оценка возврата инвестиций (return-on-investment, ROI).

Расчет описан ранее, но при оценке эффективности внедрения АС этот показатель следует рассматривать в совокупности с другими финансовыми показателями.

#### 2. NPV - чистая приведенная стоимость проекта.

В затратах на внедрение АС учитываются единовременные непосредственные затраты. Для определения NPV необходимо произвести анализ будущих затрат на проект и его прибыльность для построения прогнозов на каждый год проекта и сравнения во времени. [46]

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r_i)^i} - I_0, \quad (16)$$

где  $I_0$  – единовременные вложенные инвестиции;

$CF_i$  – чистый поток средств в год  $i$ ;

$r_i$  – ставка дисконтирования в год  $i$ , используемая для пересчёта будущих потоков доходов в единую величину текущей стоимости.

Чтобы рассчитать ставку дисконтирования необходимо учесть все риски проекта, в том числе суммируется ставка рефинансирования, процент инфляции

и процент рискованности проекта. Для автоматизированных систем управления постпроизводственным сопровождением и взаимоотношениями с клиентами главными рисками будет срыв сроков внедрения проекта, ввиду недостаточной компетенции со стороны внутренних сотрудников и возникновение дополнительных, неучтенных затрат и доработок.

$n$  – период прогнозирования.

Прослеживая данные чистого потока средств за несколько лет, можно вычислить ежегодные средние поступления средств ( $CF_{\text{ср.}}$ ) по классического формуле получения среднего арифметического.

$$CF_{\text{ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^n CF_i}{n}, \quad (17)$$

Исходя из этих значений можно получить приблизительный срок окупаемости проекта внедрения автоматизированной системы (в годах).

$$PP = \frac{I_0}{CF_{\text{ср.}}}, \quad (18)$$

### 3. Рост доходов с применением мультипликаторов бизнеса.

Прибыль от основного вида деятельности компании считается операционной прибылью до выплаты налогов и используется в расчетах бизнес-мультипликатора EBT. «При выборе стратегической цели для компании, ориентированной на рост стоимости, чаще всего используется показатель EBITDA — прибыль до вычета процентов, налогов и амортизации.» [51].

В расчете операционной прибыли после уплаты налогов используется оценочный мультипликатор EBIT.

$$EBIT = EBT - N = EBITDA - A - N = R - C_{\text{пр}} - A - N, \quad (19)$$

где  $R$  – выручка от реализации продукции;

$C_{\text{пр}}$  – производственная себестоимость продукции;

$A$  – амортизация оборудования;

$N$  – уплаченные налоги.

### 4. Структура доходов

Автоматизированные системы управления предприятием – это организационные и административные способы влияния на производство,

поэтому увеличение прибыли от их внедрения не является прямой прибылью от продаж и ее стоит рассматривать как иной вид деятельности – внеоперационная прибыль от внедрения системы ( $R_{AC}$ ).

Применительно к CRM-системам для оценки эффективности бизнес-процесса обслуживания клиентов стоит выделить показатели:

- объем предоставляемых сервисных услуг и их доступность клиентам;
- длительность обработки процесса сопровождения продукта;
- затраты на негарантийные/дублированные услуги;
- повышение эффективности постпроизводственного сопровождения;
- повышение качества выпускаемой продукции по результатам предотвращения выявленных рисков возникновения инцидентов.

Для расчета эффекта по перечисленным факторам воспользуемся уже использованной ранее методикой оценки возврата инвестиций (ROI) с уточненными показателями прибыли от внедрения ( $R_{AC}$ ) [46].

$$ROI = \frac{R_{AC}}{I_0} = \frac{\sum_{i=1}^4 Ef_i}{I_0} = \frac{R_{\text{чист.}}^{\text{доп.1}} + R_{\text{чист.}}^{\Delta t_2} + R_{\text{чист.}}^{\text{доп.3}} + R_{\text{чист.}}^{\Delta t_4}}{I_0} \quad (20)$$

где  $I_0$  – объем вложенных инвестиций;

$Ef_1$  – эффект от увеличения количества доступных клиентам услуг;

$Ef_2$  – эффект от сокращения длительности обработки запросов клиентов;

$Ef_3$  – эффект от уменьшения затрат на негарантийные и дублированные запросы;

$Ef_4$  – эффект от повышения эффективности постпроизводственного сопровождения;

$Ef_5$  – эффект от повышения качества выпускаемой продукции и предотвращению выявленных рисков возникновения инцидентов.

При оценке структуры прибыли определим долю операционной прибыли и внеоперационной прибыли по формулам:

$$\begin{aligned} \text{Доля}_{\text{опер.прибыль}} &= \frac{R}{EBT}, \\ \text{Доля}_{\text{внеопер.прибыль}} &= \frac{R_{AC}}{EBT} \end{aligned} \quad (21)$$

Если внедрение АС находит отражение в изменениях структуры прибыли, из этого можно сделать закономерный вывод об изменении дохода предприятия по основному виду деятельности. Если доля иных операций в структуре прибыли предприятия растет, то это означает постепенное снижение эффективности ведения бизнеса по основному виду деятельности, даже при показателях роста значений абсолютной прибыли и непосредственного роста прибыли от внедрения системы.

Сравним все перечисленные ранее финансовые показатели ДО внедрения CRM-системы и ПОСЛЕ ее внедрения, это предоставит возможность проанализировать, как измененные процессы повлияют на весь производственный процесс. При анализе рассмотрим основные характеристики процессов, такие как длительность, трудоемкость, стоимость и сделаем поправку на то, что неучтенные качественные характеристики системы приведут к дополнительному увеличению эффективности от ее внедрения.

Для оценки временных характеристик, необходимо сравнить показатели времени обслуживания клиентов ДО внедрения системы управления взаимоотношениями с клиентами и автоматизированных алгоритмов обработки запросов клиентов и ПОСЛЕ. Система также затрагивает процесс автоматизации договорных процессов (регистрация и отслеживания контрактов, регулирования условий новых заказов), поэтому произойдет незначительное уменьшение сроков взаимодействия с клиентом до заключения договоров и запуска производства заказных изделий – это отражено смещением точки начала получения доходов. На рисунке 40 показано как вышеприведенные показатели повлияют на процесс выпуска изделий. Синим цветом на рисунке обозначен процесс распределения финансов при выпуске продукции ДО внедрения системы, а красным цветом – ПОСЛЕ внедрения CRM-системы. [16]

Стартовая точка на втором графике смещена, так как потребуются значительные материальные ресурсы на закупку программного обеспечения автоматизированной системы и внедрения программных блоков подсистемы помощи принятия управленческих решений, обновление соответствующего

аппаратного обеспечения, оплату услуг внедрения системы, ее адаптации и настройки, необходимой для функционирования бизнес-процессов предприятия и другие расходы, связанные со внедрением автоматизированной системы.

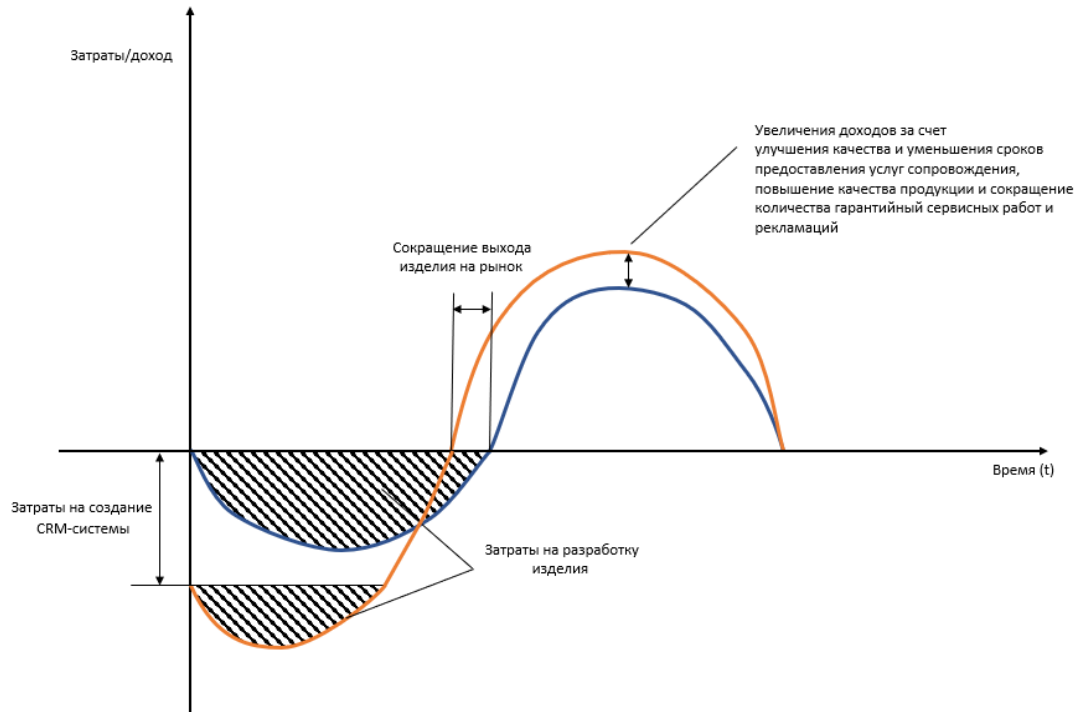


Рисунок 40. Влияние применения разработанной структуры CRM-системы производственного предприятия на финансовые ресурсы предприятия

За счет автоматизации процессов первичной обработки входящих запросов от клиентов, исключения дублирующих и внедоговорных работ, контроля всего цикла сопровождения, предложения новых услуг и сервисов, сохранения клиентской базы, снижения трудоемкости процесса обслуживания клиентов происходит повышение эффективности вспомогательного процесса сопровождения и эксплуатации продукции. Корректировки производственных процессов по результатам применения интеллектуального анализа данных позволяют предотвратить ряд выявленных потенциальных дефектов продукции, тем самым добиться повышения качества продукции, что является критерием повышения эффективности производственных процессов и влияет на объем получаемого дохода предприятия в отложенной перспективе.

#### 4.5 Выводы по четвертой главе

1. Разработанное решение для производственного предприятия на базе принципов построения СППР с применением интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций), собранных и подготовленных CRM-системой предприятия дает возможность анализировать неограниченное количество запросов за установленный промежуток времени, накапливать данные запросов в едином хранилище и проводить повторный анализ накопленных данных, уточняя полученные результаты.

2. Разработанные алгоритмы интеллектуального анализа данных и методика формирования экспертного заключения позволяют проводить регулярный анализ накопленных данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций), что приведет к постоянному стратегическому усовершенствованию производственных процессов. Накопление данных в свою очередь повлияет на перечень и содержательную часть выявленных факторов и приведет к постоянному контролю действующих производственных процессов и выявлению потенциальных рисков возникновения дефектов продукции, связанных с различными производственными процессами. Критерием повышения эффективности производственных процессов является сокращение количества дефектов продукции и повышение качества продукции в результате применения корректирующих мероприятий на основе проведенного интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций).

3. Проведенный анализ экономической эффективности внедрения разработанной структуры CRM-системы с использованием интеллектуального анализа данных показал наглядные преимущества предложенного решения для предприятия, находящие отражение в увеличении доходов предприятия за счет сокращения сроков и трудоемкости предоставления услуг сопровождения, повышении качества продукции и сокращении количества гарантийных сервисных работ и рекламаций. В виду активного применения CRM-систем на

предприятиях результаты анализа могут быть применены для построения аналитических прогнозов или оценки рентабельности уже внедренных систем.

4. Разработанные алгоритмы аналитического блока интеллектуального анализа данных и методики формирования экспертного заключения позволили реализовать программный модуль системы поддержки принятия решения с использованием средств статистического пакета STATISTICA. Полученный программный модуль может быть использован как самостоятельный механизм анализа запросов сервисного обслуживания (рекламаций) предприятия или встраиваться в инфраструктуру предприятия на базе взаимодействия с CRM-системой.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи по организации контроля и повышению эффективности производственных процессов предприятия за счет применения разработанных алгоритмов автоматизированной обработки запросов сервисного обслуживания (рекламаций), и управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией выпускаемой продукции, с внедрением методов интеллектуального анализа данных.

2. Проведенный информационно-аналитический обзор особенностей и проблематики этапа постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции и анализ существующих АС управления показал, что существующие системы не охватывают в полной мере потребности отечественных производственных предприятий. В связи с чем появилась необходимость разработки моделей и структуры АС управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции для производственного предприятия.

3. Выявлены взаимосвязи и установлены зависимости между накапливаемыми статистическими данными запросов сервисного обслуживания (рекламаций) производственного предприятия с одной стороны, и эффективностью производственных процессов предприятия с другой, основанные на разработанных алгоритмах интеллектуального анализа данных.

4. Разработаны алгоритмы автоматизированной обработки запросов сервисного обслуживания (рекламаций) и управления службами сопровождения и сервиса, модели и структура CRM-системы управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции, на основе портального web-решения и интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций), обеспечивающие повышение эффективности

вспомогательного процесса постпроизводственного сопровождения и эксплуатации продукции предприятия.

5. Разработан алгоритм интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) предприятия, централизованно накапливаемых CRM-системой управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции.

6. Разработана методика интеллектуального анализа данных и формирования экспертного заключения, позволяющая выявить потенциальные скрытые риски возникновения дефектов продукции на этапе сопровождения и эксплуатации и предотвратить их распространение, путем принятия обоснованных управленческих решений по повышению эффективности производственных процессов предприятия, что подтверждено результатами экспериментальной проверки на действующем предприятии.

7. На основе разработанного алгоритма интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) был реализован программный модуль автоматизированного интеллектуального анализа и форматы графических отчетов, для интеграции с действующей CRM-системой предприятия.

8. Разработанная методика и программный модуль интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) внедрены в учебный процесс кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления» ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» при подготовке бакалавров по направлению 27.03.02 «Управление качеством» профиль подготовки «Управление качеством в производственных системах» и магистров по направлению 27.04.02 «Управление качеством» профиль подготовки «Управление качеством в автоматизированных производственных системах» по учебным дисциплинам «Статистические методы управления качеством», «Компьютерные технологии систем управления качеством».

9. Разработанные алгоритмы, модели, структурное решение, программный модуль и методика интеллектуального анализа данных запросов сервисного

обслуживания (рекламаций) внедрены в практику использования системы управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции в компаниях АО «СмартКард-Сервис» (г. Москва) и ООО «С-ЛАЗЕР» (г. Видное). Проведенные корректирующие мероприятия на предприятии по выявленным в результате интеллектуального анализа рискам позволили полностью исключить дефекты системного блока (составляющие ранее 3-4% от всех запросов), сократить количество запросов по корпусным деталям (на 4-5%), и сократить в 2 раза затратное сервисное обслуживание с полной заменой оборудования (с 12% до 5%).

10. Предложенные решения обеспечивают возможность интеграции в базовую комплектацию программных решений CRM-систем, что особенно актуально в текущий период развития отечественных решений в сфере АСУП в рамках программы по импортозамещению и повышению конкурентоспособности перед зарубежными АС.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. 14 ПУНКТОВ программы Деминга для менеджмента. Болезни и препятствия на пути преобразований / Под ред. к. т. н. Ю.Т. Рубаника. – М.: МГИЭТ (ТУ), 1993. – 47 с. : ил., портр.; 20. – (Информационный бюллетень Ассоциации Деминга, Программа "Университеты России").
2. Александров, И.А. Моделирование и организация технологической среды машиностроительных предприятий: учебно-методическое пособие / И.А. Александров, С.А. Шептунов, А.Н. Муранов. – Москва: Янус-К, 2023. – 128 с.
3. Андреев, В.Н. Управление устойчивым развитием промышленности в условиях цифровизации. Монография / В.Н. Андреев, В.В. Баранов, А.А. Бурдина, С.В. Лукина, Е.Д. Коршунова, А.А. Окоракова, Е.Б. Фролов. – Москва: Янус-К, 2022. – 119 с.
4. Арлоу, Д. UML 2 и унифицированный процесс. Практический объектно-ориентированный анализ и проектирование / Д. Арлоу, А. Нейштадт. – 2-е изд.: Пер. Н. Шатохиной. – СПб: Символ-Плюс, 2020. – 624 с.
5. Афонин, П.Н. Статистический анализ с применением современных программных средств: учебное пособие / П.Н. Афонин, Д.Н. Афонин. – СПб.: ИЦ «Интермедия», 2017. – 100 с.
6. Бест, Р. Маркетинг от потребителя / Роджер Бест. – Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 696 с.
7. Блауберг, И.В. Системный подход. Новая философская энциклопедия [Электронный ресурс] / И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин; Ин-т философии РАН, Нац. обществ.-науч. фонд. – 2-е изд., испр. и допол. – М.: Мысль, 2010.
8. Бондарев, А.Е. Анализ многомерных данных в задачах многопараметрической оптимизации / А.Е. Бондарев [и др.]. – М.: Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша, 2012. – 16 с. – URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2012-35>.

9. Бородулина, С.А. Методы процессного управления сервисной службой промышленного предприятия / С.А. Бородулина, А.В. Шимохин // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – СПб.: 2015. – №4. – с. 216-226.

10. Будко, Г.Б. Основные принципы создания систем автоматизированного проектирования и управления в машиностроительных производственных системах / Г.Б. Будко, Н.А. Семенов // Программные продукты и системы. – Тверь: 2019. – Т.32. №1. – с.134-140.

11. Буреева, Н.Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП «STATISTICA». Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Применение программных средств в научных исследованиях и преподавании математики и механики» / Н.Н. Буреева. – Нижний Новгород: 2007. – 112 с.

12. Буч, Г. Язык UML. Руководство пользователя / Г. Буч, Д. Рамбо, И. Якобсон. – 2-е изд.: Пер. с англ. Мухин Н. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с.

13. Быкова, А.В. Анализ CRM-систем и формирование структуры архитектурного решения автоматизированной CRM-системы для машиностроительного производства / А.В. Быкова, А.В. Капитанов // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2024. – №1 (68). – с. 129-137.

14. Быкова, А.В. Внедрение механизма анализа данных запросов сервисного обслуживания и рекламаций на производстве / А.В. Быкова // Управление и инновационное развитие предприятия: новые подходы и актуальные исследования – УИРП-2025: материалы международной научно-практической конференции (г. Москва, 28 мая 2025 г.). – Москва: ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН». – Том 1. – 2025. — с. 24-28.

15. Быкова, А.В. Внедрение механизмов интеллектуального анализа данных рекламаций и запросов сервисного обслуживания продукции производственного предприятия / А.В. Быкова // Современные машиностроительные системы, технологии и инновации: сборник научных статей Международной научно-технической конференции (6 марта 2025 года);

(отв. ред. Смоленцев Е.В.) – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2025. – с. 49-53.

16. Быкова, А.В. Выявление оптимальных параметров для оценки эффективности внедрения на предприятии системы управления взаимоотношениями с клиентами / А.В. Быкова, Т.В. Карлова // Качество. Инновации. Образование. – 2023. – №3 (185). – с. 25-33.

17. Быкова, А.В. Клиентоориентированный подход при оценке качества системы управления взаимоотношениями с клиентами предприятия / А.В. Быкова // Управление и инновационное развитие предприятия: новые подходы и актуальные исследования – УИРП-2024: материалы международной научно-практической конференции (г. Москва, 21 мая 2024 г.) – Москва: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», Изд-во «Янус-К», 2024. – с. 19-25.

18. Быкова, А.В. Методика построения автоматизированной системы управления взаимоотношениями с клиентами на примере бизнес-процесса продажи продукции предприятия / А.В. Быкова // Материалы XVI всероссийской конференции с международным участием «Машиностроение: традиции и инновации (МТИ - 2023)». Сборник докладов. – М.: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2023. – с. 58-67.

19. Быкова, А.В. Оптимизация бизнес-процессов эксплуатационной поддержки программного обеспечения / А.В. Быкова // Материалы XV всероссийской конференции с международным участием «Машиностроение: традиции и инновации (МТИ - 2022)». Сборник докладов. – М.: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2022. – с. 66-73.

20. Быкова, А.В. Принципы взаимодействия автоматизированной системы взаимоотношений с клиентами и АС предприятия на различных этапах жизненного цикла продукции / А.В. Быкова, А.В. Капитанов // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2023. – №1 (64). – с.15-21.

21. Быкова, А.В. Проблемы импортозамещения CRM-систем для соответствия требованиям стандарта безопасности жизненного цикла производства продукции / А.В. Быкова // Молодежь и наука: шаг к успеху:

сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых (20-21 марта 2025 года) / редкол.: А.А. Горохов (отв. редактор), в 4-х томах, Том 4, – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – с. 117-120.

22. Быкова, А.В. Разработка единого информационного пространства предприятия для организации и автоматизации этапа постпроизводственного сопровождения продукции / А.В. Быкова // Молодежь и системная модернизация страны: Сборник научных статей 9-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых (15-16 мая 2025 года). – Курск: ЗАО «Университетская книга». – Том 4. – 2025. – с. 78-81.

23. Быкова, А.В. Формализация бизнес-процессов предприятия при моделировании автоматизированной системы управления взаимоотношениями с клиентами / А.В. Быкова, А.Ю. Бекмешов // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2024. – № 1 (23). – с. 33-41.

24. Быкова, А.В. Эффективность применения автоматизированных алгоритмов обработки запросов сервисного обслуживания через web-портал промышленного предприятия / А.В. Быкова // Научно-технический журнал «Информационные системы и технологии». – 2025. – № 1(147). – с. 43-51.

25. Вигерс, К. Разработка требований к программному обеспечению / К. Вигерс, Дж. Битти. – 3-е изд., дополненное / Пер. с англ. – М. : Издательство «Русская редакция»; СПб. : БХВ-Петербург, 2014. – 736 с.

26. ГОСТ 2.602-2013. Единая система конструкторской документации. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 20 с.

27. ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85). ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2010 г. – 158 с.

28. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2009 г. с Поправкой (ИУС 1-2003). – 15 с.

29. ГОСТ 53791-2023. Ресурсосбережение. Стадии жизненного цикла изделий производственно-технического назначения. Общие положения. – Изд. официальное. – Москва, ФГБУ «Институт стандартизации», 2023 г. – 8 с.
30. Далецкий, С.В. Эксплуатация авиатехники по состоянию. Общие принципы / С.В. Далецкий // Научный вестник МГТУ ГА. – 2006. – №103. – с. 52-59.
31. Деминг, Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Э. Деминг – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. – 419 с.
32. Дмитриева, Н. Как работать с претензиями клиентов. – 2020 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ppt.ru/art/zhaloba/kak-rabotat-s-pretenziyami-klientov?ysclid=lvrbxspe2b287064990>.
33. Друкер, П.Ф. Бизнес и инновации / П.Ф. Друкер. – М.: «Вильямс», 2007. – 432 с.
34. Зараменских, Е.П. Управление жизненным циклом информационных систем: монография / Е.П. Зараменских. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2014. – 270 с.
35. Зиядинов, Д.С. CRM-системы / Д.С. Зиядинов // Финансовые рынки и Банки. – 2022. – № 11. – с. 96-101.
36. Ивченко, Г.И. Математическая статистика : учебное пособие / Г.И. Ивченко, Ю.И. Медведев. – Москва : КД Либроком, 2019. – 352 с.
37. Искакова, А.Ж. Анализ существующих систем автоматизированного проектирования технологических процессов / А.Ж. Искакова, В.В. Юрченко, Т.Ю. Никонова // Автоматика. Информатика. – 2017. – №1. – с. 56-59.
38. Калинина, М.И. Подходы к моделированию обслуживания объектов в упорядоченных системах массового обслуживания / М.И. Калинина, Ю.В. Соловьев, Н.А. Водогреев // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2022. – вып. 12. – с. 333-338.
39. Каплан, Р. Сбалансированная система показателей / Р. Каплан, Д. Нортон. – М.: «Олимп Бизнес», 2003. – 214 с.

40. Ким, Дж. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Дж. Ким, Ч. Мюллер и др. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 216 с.
41. Константин, Л. Человеческий фактор в программировании / Ларри Л. Константин – Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2004. – 384 с.
42. Кораблёв, О.В. Методология внедрения CRM-системы на предприятии [Электронный ресурс] / О.В. Кораблёв, Е.Б. Золотухина // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9662>
43. Коржук, В.М. Защищенный документооборот. Часть 1: Учебно-методическое пособие / В.М. Коржук, И.Ю. Попов, А.А. Воробьева. – СПб: Университет ИТМО, 2021. – 67 с.
44. Корочкина, С.В. Оптимизация бизнес-процесса «Управление рекламациями» с целью повышения удовлетворенности клиентов / С.В. Корочкина, А.В. Долженкова // Вестник Алтайской Академии Экономики и Права. – 2020. – №6. – с. 247-252.
45. Крючкова, Е.В. Реструктуризация предприятия / Е.В. Крючкова, А.А. Можаровская, Н.Б. Тохунц. – М.: «Янус-К», 2023. – 120 с.
46. Мартынов, О.Ю. Особенности подготовки производства наукоемких изделий. Монография / О.Ю. Мартынов. – М.: Янус-К, 2012. – 80 с.
47. Международный стандарт ИСО 9000:2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. 5-е изд. 2015-11-01. ISO 9000-2015. – 49 с.
48. Международный стандарт ИСО 9001:2015. Системы менеджмента качества. Требования. 5-е изд. 2015-11-01. ISO 9001-2015. – 24 с.
49. Меньков, А.В. Теоретические основы автоматизированного управления. Учебник для вузов / А.В. Меньков, В.А. Острейковский. – М.: Издательство Оникс, 2005. – 640 с.
50. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». – Текст : электронный // [Электронный ресурс] Национальный проект «Цифровая экономика Российской Федерации». – URL:

<http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>  
(дата обращения 29.10.2024).

51. Немировский, И.Б. Бюджетирование. От стратегии до бюджета – пошаговое руководство / И.Б. Немировский, И.А. Старожукова. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 510 с.

52. Нив, Г. Пространство доктора Деминга: Принципы построения устойчивого бизнеса / Г. Нив. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 370 с. (Н. Neave. The Deming Demension. – SPC Press, 1990.).

53. Новицкий, Н.И. Организация производства и управление предприятием: Электронный учебно-методический комплекс для студентов технических специальностей БГУИР дневной и заочной форм обучения / Н.И. Новицкий, В.П. Пашуто. – Минск: Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники. – 2007. – 417 с.

54. Паспорт специальности ВАК 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

55. Петров, А.В. Теоретические основы обработки геофизических данных: учебное пособие / А.В. Петров. – М.: РГГУ, 2008. – 112 с.

56. Плескунов, М.А. Теория массового обслуживания / М.А. Плескунов. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 264 с.

57. Побиянская, А.В. Влияние цифровизации на качество использования рабочего времени / А.В. Побиянская, Е.А. Кипервар // Экономика труда. – 2019. – Т.6, №3. – с. 1169-1178.

58. Подповетная, Ю.В. Автоматизация бизнес-процессов компаний в соответствии с концепцией CRM: коллективная монография / Ю.В. Подповетная, П.П. Переверзев, Е.В. Бунова, И.П. Постовалова, О.Г. Завьялов, Л.Ю. Овсяницкая; под. ред. Е.В. Буновой. – М.: Перо, 2017. – 134 с.

59. Поляков, В.В. Мировая экономика и международный бизнес : учебник / В.В. Поляков, Р.К. Щенина и др. – 5-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2008. – 688 с.

60. Помыткина, Л. Ю. Сравнение разных подходов в оценке удовлетворенности клиентов / Л. Ю. Помыткина, С. Г. Сапегина, А. П. Татаринцов. // Вопросы экономики и управления. – 2017. – № 2 (9). – с. 54-59.
61. Прогноз научно-технологического развития России: 2030 / под ред. Л.М. Гохберга. – М.: НИУ Высшая школа экономики, 2014. – 244 с.
62. Прокопенко, Н.Ю. Системы поддержки принятия решений: учеб. пособие [Электронный ресурс] /Н. Ю. Прокопенко. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. – 188 с.
63. Просветов, Г.И. Теория вероятностей и математическая статистика: задачи и решения / Г.И. Просветов. – М.: Альфа-Пресс, 2009. – 272 с.
64. Репин, В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / Владимир Репин, Виталий Елиферов. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.
65. Рыбаков, М. Бизнес-процессы: как их описать, отладить и внедрить / М. Рыбаков. – М.: Издательство Михаила Рыбакова, 2016. – 392 с.
66. Сазонова, А.О. Классификация и место САМ-систем в системах автоматизированного проектирования / А.О. Сазонова, А.А. Дроздов // Master's Journal, 2014. – №2. – с. 32-41.
67. Соломенцев, Ю.М. Моделирование производительных систем в машиностроении / Ю.М. Соломенцев, В.В. Павлов. – М.: Янус-К, 2010. – 228 с.
68. Староверова, Г.С. Экономическая оценка инвестиций / Г.С. Староверова, А.Ю. Медведев, И.В. Сорокина. – М.: КНОРУС, 2008. – 312 с.
69. Стукач, О.В. Программный комплекс Statistica в решении задач управления качеством: учебное пособие / О.В. Стукач. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 163 с.
70. Сухов, В.Д. Разработка и внедрение алгоритма CRM системы на предприятии / В.Д. Сухов, А.А. Киселев, А.И. Сазонов // Журнал «Теоретическая экономика». – 2019. – №1. – с. 55-58.
71. Схиртладзе, А.Г. Интегрированные системы проектирования и управления: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.Г. Схиртладзе,

Т.Я. Лахарева, Ю.Ф. Мартемьянов. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 352 с.

72. Тюрбеева, Т.Б. Введение в базы данных: учеб. Пособие / Т.Б. Тюрбеева, К.Л. Стоякова, Г.Д. Волкова. – М.: Янус-К, ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2021. – 80 с.

73. Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации. Манифест резолюции в бизнесе / М. Хаммер, Дж. Чампи. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011. – 288с.

74. Харман, Г. Современный факторный анализ / Г. Харман. – М.: Статистика, 1972. – 447 с.

75. Цифровые платформы. Методологии. Применение в бизнесе: Коллективная монография / Под общ. ред. Славина Б.Б., Зараменских Е.П., Механджиева Н. – М.: Прометей, 2019. – 228 с.

76. Черушева, Т.В. Теория массового обслуживания : учеб. пособие / Т. В. Черушева, Н. В. Зверовщикова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2021. – 224 с.

77. Что такое разработка приложений по модели low-code/no-code? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sap.com/central-asia-caucasus/products/technology-platform/low-code/what-is-low-code-no-code.html>.

78. Что такое SaaS? [Электронный ресурс]. – URL: <https://developers.sber.ru/help/ml/saas?ysclid=lpes3wbvq0958722142>.

79. Чурин, А. Как внедрить CRM. Опыт проектов amoCRM и Битрикс24 / А. Чурин. – Спб.: Питер, 2024. – 336 с.

80. Швайцер, М. Экономика предприятия / М. Швайцер. – М.: «Инфра-М», 2001. – с. 241.

81. Шептунов, С.А. Жизненный цикл продукции / С. А. Шептунов. – М. : Янус-К, 2003 (ИПД Триальфа). – 244 с.

82. Шеремет, А.Д. Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций / А.Д. Шеремет, Е.В. Негашев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 208 с.

83. Шторм, Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества / Р. Шторм. – М.: Мир, 1970. – 368 с. (R.

Storm. Wahrscheinlichkeitsrechnung Mathematische Statistik Qualitätskontrolle. – VEB Fachbuchverlag, 1957).

84. Эфрон, Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа / Б. Эфрон // Сб. статей: Пер. с англ/Предисловие Ю.П. Адлера, Ю.А. Кошевника. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 263 с.

85. Bykova, A.V. Algorithmization of Automation and Service Management Processes of an Industrial Enterprise / A.V. Bykova, Y. Pozdnyak // Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (QM&TIS&IT). – 2024. – p.155-159.

86. Raiko, D. Defining a selection procedure of CRM systems for the information-analytical support to the marketing activities at an enterprise / D. Raiko, A. Abdunurova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2024, вып.13 (127). – с. 41-58.

87. Sheptunov, S. Information grounds for the technological support system for mechanical assembly in the context of digital transformation of the automotive cluster enterprises / S. Sheptunov, A. Averchenkov, E. Averchenkova, A. Shabanov // Automation and Modeling in Design and Management. – 2024. – №3. – с. 75-83.

88. Sommer, S. Relationship management and customer states: Towards a model of multichannel integration for the electronic commerce / S.Sommer, A.Hilbert Andreas, Juhrisch Martin // Online Proc. of Modeling Business Information System. – 2010. – p. 164-174.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А Фрагмент исходного текста программного блока  
выполнения факторного анализа исходных данных**

Option Base 1

Sub Main

Dim S1 As Spreadsheet

Set S1 = ActiveSpreadsheet

Dim newanalysis2 As Analysis

Set newanalysis2 = Analysis (scFactorAnalysis, S1)

With newanalysis2.Dialog

.Variables = "2-13"

.InputFile = scFacRawData

.CasewiseDeletionOfMD = True

End With

newanalysis2.Run

With newanalysis2.Dialog

.NumberOfFactors = 12

.MinimumEigenvalue = 1.000000

.PrincipalComponents = True

End With

newanalysis2.Dialog.ReviewDescriptiveStatistics

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.Correlations).Visible = True

newanalysis2.GoBack

With newanalysis2.Dialog

.NumberOfFactors = 12

.MinimumEigenvalue = 1.000000

.PrincipalComponents = True

End With

newanalysis2.Run

With newanalysis2.Dialog

.HighlightLoadingsGreaterThan = 0.700000

.HighlightResidualsGreaterThan = 0.100000

End With

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.ScrreePlot).Visible = True

Dim newanalysis3 As Analysis

Set newanalysis3 = Analysis (scAdvancedPCA, S1)

With newanalysis3.Dialog

.CasewiseDeletionOfMD = True

.Variables = "2-13 | | "

.AnalysisBasedOnCorrelations = True

.SDEqualsSSOverNMinusOne = True

End With

newanalysis3.Run

With newanalysis3.Dialog

.NumberOfFactors = 12

.VectorsToOrigin = True

.DrawUnitCircle = True

.ShowVariableNamesInPlots = True

.IncludeInPlotsAllCases = True

.ShowCaseNumbersInPlots = True

.PlotCasesWithCosSqrGreaterEqual = 0.000000e+000

End With

newanalysis3.RouteOutput(newanalysis3.Dialog.ScrreePlot).Visible = True

newanalysis2.GoBack

With newanalysis2.Dialog

.NumberOfFactors = 12

.MinimumEigenvalue = 1.000000

.PrincipalComponents = True

End With

newanalysis2.Run

With newanalysis2.Dialog

.HighlightLoadingsGreaterThan = 0.700000

.HighlightResidualsGreaterThan = 0.100000

End With

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.FactorScoreCoefficients).Visible = True

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.FactorLoadings).Visible = True

newanalysis2.Dialog.FactorRotation = 1

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.FactorLoadings).Visible = True

newanalysis2.Dialog.FactorRotation = 3

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.FactorLoadings).Visible = True

newanalysis2.Dialog.FactorRotation = 5

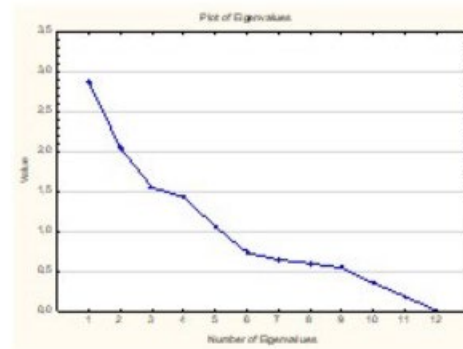
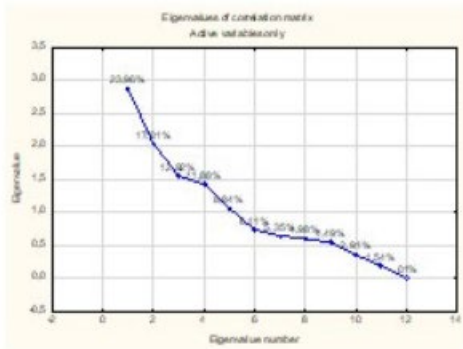
newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.FactorLoadings).Visible = True

newanalysis2.Dialog.FactorRotation = 7

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.FactorLoadings).Visible = True

End Sub

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б Результат выполнения программного модуля факторного анализа исходных данных**



Variable	Factor Score Coefficients (Pa Rotation: Unrotated Extraction: Principal compon	
	Factor 1	Factor 2
Наим_Прод	-0,121057	-0,264952
Тип_Обор	0,272978	-0,264218
Модель_Обор	0,275228	-0,257615
Тип_Инц	-0,132951	0,037457
Детали_Инц	-0,018788	0,292697
Адрес	-0,077164	-0,003964
Решение	-0,117774	-0,237442
Дата_Отгр	0,217917	0,258543

Variable	Factor Loadings (Unrotated)   Extraction: Principal compon (Marked loadings are >,7000)	
	Factor 1	Factor 2
Наим_Прод	-0,348113	-0,540842
Тип_Обор	<b>0,784982</b>	-0,539344
Модель_Обор	<b>0,791453</b>	-0,525865
Тип_Инц	-0,382316	0,076461
Детали_Инц	-0,054027	0,597477
Адрес	-0,221895	-0,008092
Решение	-0,338673	-0,484686
Дата_Отгр	0,626647	0,527760

Variable	Factor Loadings (Varimax rot Extraction: Principal compon (Marked loadings are >,7000)	
	Factor 1	Factor 2
Наим_Прод	-0,063622	0,248677
Тип_Обор	<b>-0,959094</b>	-0,063331
Модель_Обор	<b>-0,954932</b>	-0,071149
Тип_Инц	0,450333	0,169033
Детали_Инц	0,427440	-0,286266
Адрес	0,112138	-0,185392
Решение	0,036732	0,363760
Дата_Отгр	-0,166287	<b>-0,880537</b>

Variable	Factor Loadings (Biquartima) Extraction: Principal compon (Marked loadings are >,7000)	
	Factor 1	Factor 2
Наим_Прод	-0,058835	-0,253942
Тип_Обор	<b>-0,960207</b>	0,061601
Модель_Обор	<b>-0,956264</b>	0,069552
Тип_Инц	0,439335	-0,165971
Детали_Инц	0,425680	0,289392
Адрес	0,116371	0,181844

Variable	Factor Loadings (Quartimax   Extraction: Principal compon (Marked loadings are >,7000)	
	Factor 1	Factor 2
Наим_Прод	-0,054288	0,258897
Тип_Обор	<b>-0,960850</b>	-0,059524
Модель_Обор	<b>-0,957106</b>	-0,067597
Тип_Инц	0,429563	0,163204
Детали_Инц	0,423770	-0,292437
Адрес	0,120146	-0,178761

**ПРИЛОЖЕНИЕ В** **Фрагмент исходного текста программного блока**  
**исследования запросов на пространстве полученных факторов**

Option Base 1

Sub Main

Dim S1 As Spreadsheet

Set S1 = ActiveSpreadsheet

Dim newanalysis2 As Analysis

Set newanalysis2 = Analysis (scAdvancedPCA, S1)

With newanalysis2.Dialog

.CasewiseDeletionOfMD = True

.Variables = "1-13 | | "

.AnalysisBasedOnCorrelations = True

.SDEqualsSSOverNMinusOne = True

End With

newanalysis2.Run

With newanalysis2.Dialog

.NumberOfFactors = 4

.VectorsToOrigin = True

.DrawUnitCircle = True

.ShowVariableNamesInPlots = True

.IncludeInPlotsAllCases = True

.ShowCaseNumbersInPlots = True

.PlotCasesWithCosSqrGreaterEqual = 0.000000e+000

End With

```
newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "1 | 2 "  
newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"  
newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfLoadings2D).Visible = True
```

```
newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "1 | 3 "  
newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"  
newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfLoadings2D).Visible = True
```

```
newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "1 | 4 "  
newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"  
newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfLoadings2D).Visible = True
```

```
newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "2 | 3 "  
newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"  
newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfLoadings2D).Visible = True
```

```
newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "2 | 4 "  
newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"  
newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfLoadings2D).Visible = True
```

```
newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "3 | 4 "  
newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"  
newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfLoadings2D).Visible = True
```

```
newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "1 | 2 "  
newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"  
newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfCases2D).Visible = True  
newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "1 | 3 "  
newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"
```

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfCases2D).Visible = True

newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "1 | 4 "

newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfCases2D).Visible = True

newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "2 | 3 "

newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfCases2D).Visible = True

newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "2 | 4 "

newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfCases2D).Visible = True

newanalysis2.Dialog.ResultsSelection = "3 | 4 "

newanalysis2.Dialog.ResultsSelectionOption = "0"

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.PlotOfCases2D).Visible = True

newanalysis2.Dialog.ResultsVariables = "3 | 4 | 7"

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.SurfacePlot).Visible = True

newanalysis2.Dialog.ResultsVariables = "9 | 2 | 11"

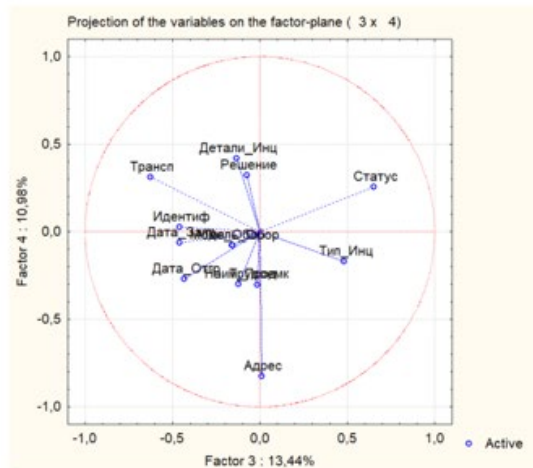
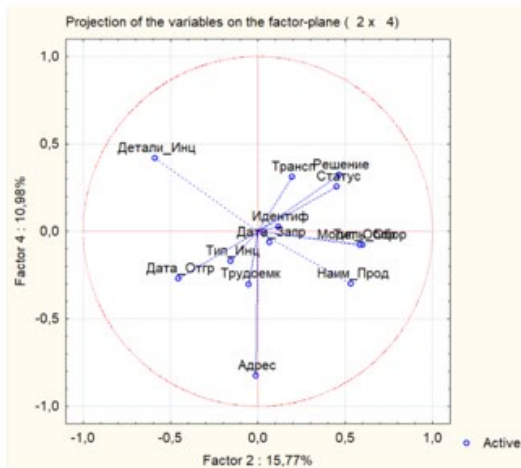
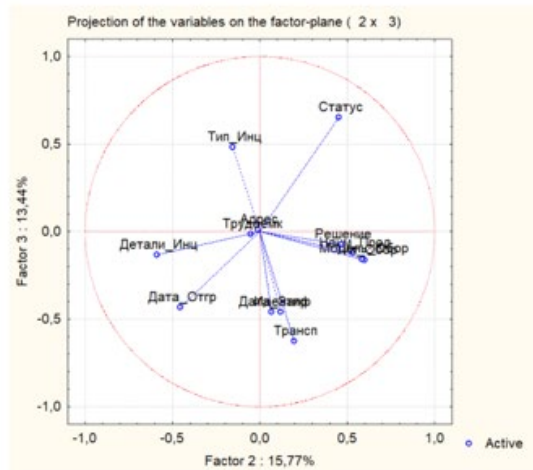
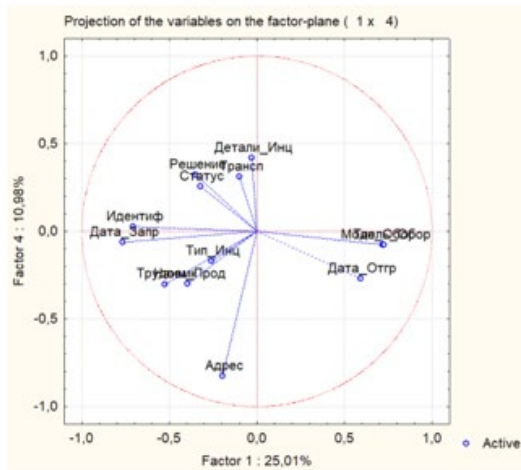
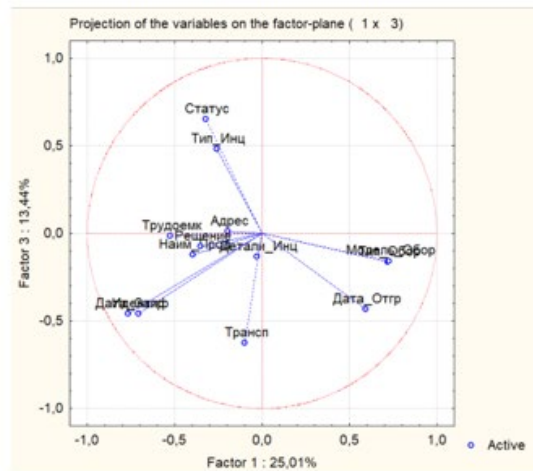
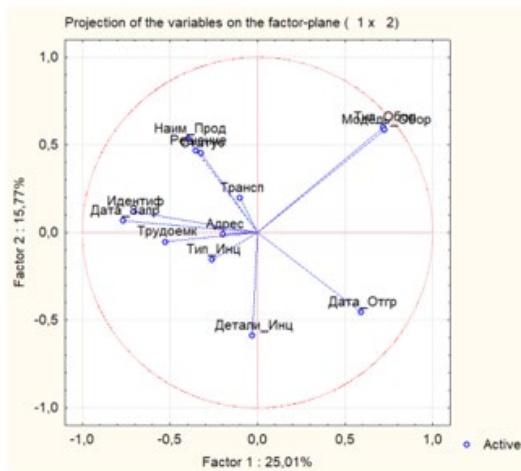
newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.SurfacePlot).Visible = True

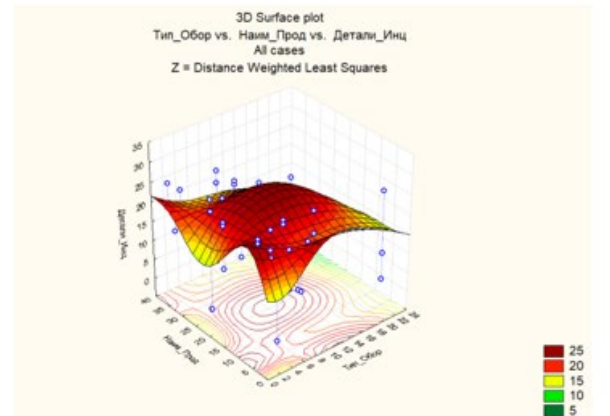
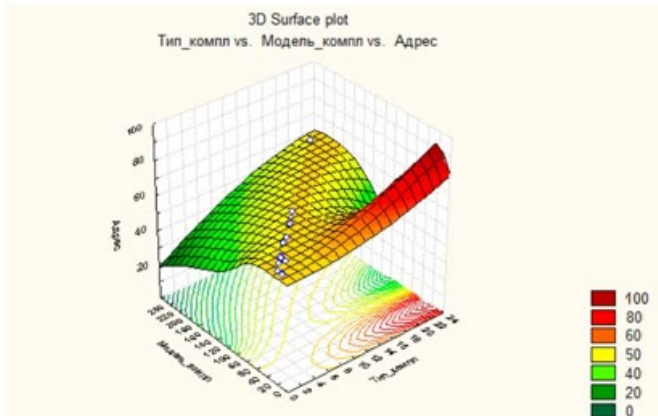
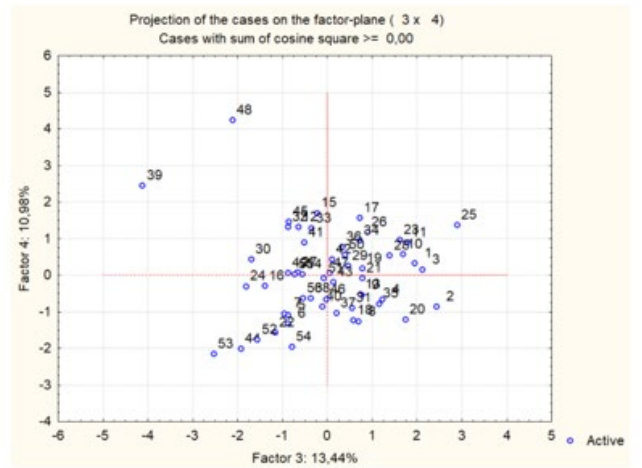
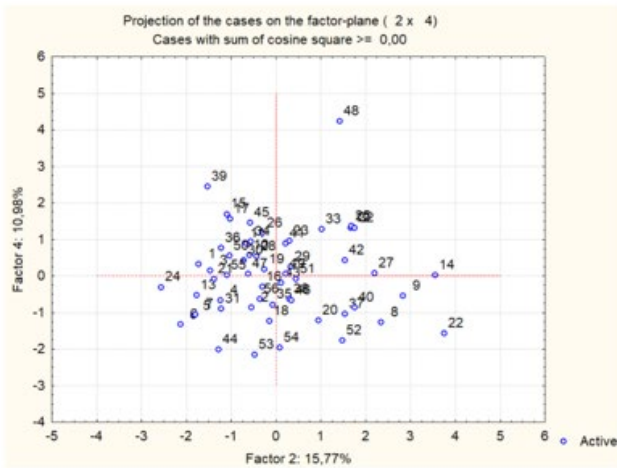
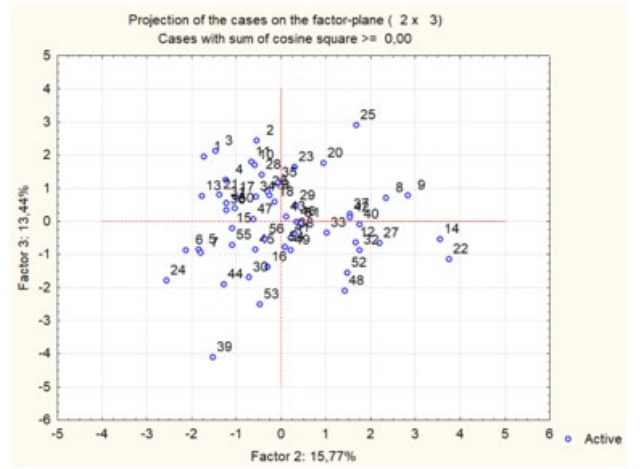
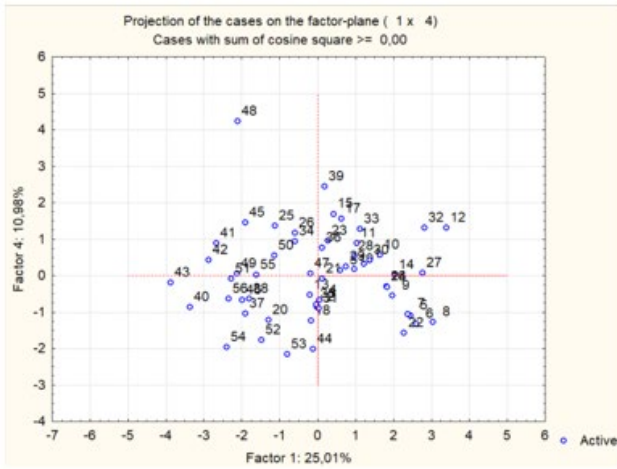
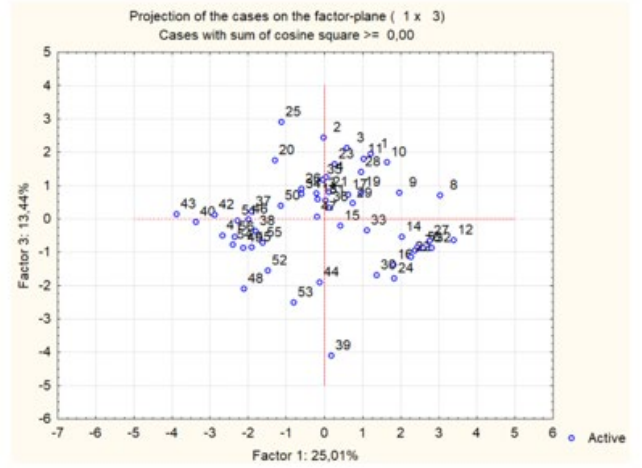
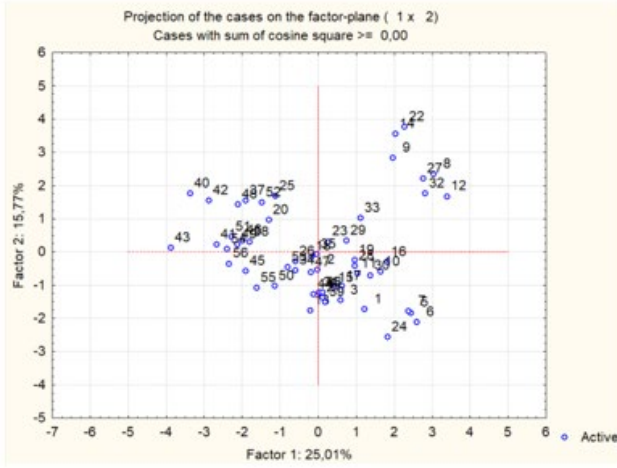
newanalysis2.Dialog.ResultsVariables = "3 | 2 | 6"

newanalysis2.RouteOutput(newanalysis2.Dialog.SurfacePlot).Visible = True

End Sub

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г Результат выполнения программного блока исследования запросов на пространстве полученных факторов





**ПРИЛОЖЕНИЕ Д Акт об использовании результатов диссертационного  
исследования от ООО «С-Лазер»**



**ООО «С-Лазер»**

**ИНН/КПП: 772316806250/500301001**

**ОГРН: 1227700224036**

**АО «Альфа Банк»**

**БИК: 044525593**

**Р/С 40702810502710005212**

**К/С 30101810200000000593**

---

**Акт**

об использовании результатов диссертационной работы

Быковой Анны Владимировны

Настоящим актом подтверждаю, что результаты диссертационной работы Быковой Анны Владимировны на тему «Повышение эффективности производственных процессов предприятия на основе автоматизации и управления постпроизводственным сопровождением продукции» внедрены и используются в компании ООО «С-Лазер» для организации работы отдела рекламаций, отдела работы с клиентами и построения собственной CRM-системы.

1. На основе результатов диссертационного исследования автором произведен анализ существующих бизнес-процессов предприятия и предоставлены практические рекомендации совершенствования бизнес-процесса постпроизводственного сопровождения, сервиса продукции и работы с рекламациями.
2. Разработанные автором алгоритмы, модели и структурное решение АС управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции позволило построить контролируемый цикл производства и сопровождения продукции предприятия, путем подбора и внедрения CRM-системы.
3. Построенная структура CRM-системы позволила применить разработанную автором методику интеллектуального анализа данных рекламаций для выявления потенциальных скрытых рисков возникновения дефектов продукции, успешно применяемую в компании.
4. Повышение эффективности деятельности предприятия подтверждено результатами внутреннего аудита бизнес-процессов предприятия и нашло отражение в сокращении

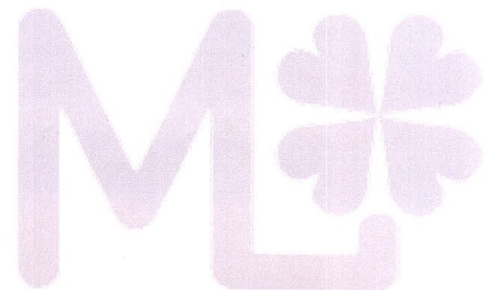
ООО "С-ЛАЗЕР"  
ИНН: 772316806250  
ОГРН: 1227700224036

142700, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ,  
Г.О. ЛЕНИНСКИЙ, Г. ВИДНОЕ, Ш. БЕЛОКАМЕННОЕ, Д.  
20, КОМ. 801

[www.clsar.ru](http://www.clsar.ru)  
Р/с 40702810502710005212  
АО "АЛЬФА-БАНК" БИК: 044525593  
К/с: 30101810200000000593

скорости обслуживания клиентов до 20%, повышении лояльности клиентов до 30% и увеличении конкурентоспособности предприятия в целом.

Директор производства \_\_\_\_\_ (Попов И.А.)  
Генеральный директор \_\_\_\_\_ (Попов А.А.)



**ПРИЛОЖЕНИЕ Е Акт об использовании результатов диссертационного  
исследования от АО «СмартКарт-Сервис»**



**акционерное общество  
СмартКарт-Сервис**

Алтуфьевское ш., д. 1, г. Москва, 127106

тел.: +7 (495) 981-12-10 факс: +7 (495) 981-12-11

e-mail: [reception@scserv.ru](mailto:reception@scserv.ru), <http://www.scserv.ru>

ОКПО 46469423 ОГРН 1037739391623

ИНН/КПП 7714109831/771501001

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

АО «СмартКарт-Сервис»

*В.А. Васильев*  
В.А. Васильев  
«18» 11 2020г.  
АО «СмартКарт-Сервис»  
МОСКВА

**Акт**

об использовании результатов диссертационной работы  
Быковой Анны Владимировны

Настоящим актом подтверждаю, что результаты диссертационной работы Быковой Анны Владимировны на тему «Повышение эффективности производственных процессов предприятия на основе автоматизации и управления постпроизводственным сопровождением продукции» внедрены и используются в компании АО «СмартКарт-Сервис» при сопровождении и поддержке многокомпонентных банковских устройств самообслуживания. Разработанный автором программный модуль интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) интегрирован в CRM-систему компании и успешно используется для выявления и предотвращения потенциальных рисков возникновения дефектов продукции.

Количественный анализ дефектов продукции показал, что проведенные корректирующие мероприятия по выявленным рискам позволили полностью исключить дефекты системного блока (составляющие ранее 3-4% от всех запросов), сократить количество запросов по корпусным деталям (на 4-5%), и сократить в 2 раза затратное сервисное обслуживание с полной заменой оборудования (с 12% до 5%). Статистические наблюдения выявили тенденцию к постепенному уменьшению количества дефектов продукции по выявленным рискам.

Использование результатов диссертационной работы Быковой А.В. позволило сократить трудозатраты по замещению CRM-системы управления сопровождением продукции с зарубежной системы на отечественную разработку.

Руководитель службы сопровождения

Андряков О.В.

Исп.: Сидорова Наталья Александровна  
тел.: (495) 981-12-10  
e-mail: [sidorova@scserv.ru](mailto:sidorova@scserv.ru)

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Справка об использовании в учебном процессе  
результатов диссертационной работы от ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»**



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»  
(ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)

**СПРАВКА**

об использовании в учебном процессе  
результатов диссертационной работы Быковой Анны Владимировны  
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Материалы диссертационной работы аспиранта кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления» Быковой Анны Владимировны «Повышение эффективности производственных процессов предприятия на основе автоматизации и управления постпроизводственным сопровождением продукции» используются в учебном процессе кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления» ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» при подготовке бакалавров по направлению 27.03.02 «Управление качеством» профиль подготовки «Управление качеством в производственных системах» и магистров по направлению 27.04.02 «Управление качеством» профиль подготовки «Управление качеством в автоматизированных производственных системах». Теоретические основы построения АС управления постпроизводственным сопровождением и эксплуатацией продукции, разработанная методика и программный модуль интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания (рекламаций) используются в лекциях, семинарских занятиях и лабораторных работах учебных дисциплин «Статистические методы управления качеством» и «Компьютерные технологии систем управления качеством».

И.о. проректора по учебной работе  
ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,  
д.т.н., доцент



Шехтман Семен Романович

«17» января 2025