

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт математики, физики и информационных технологий  
(наименование института полностью)

---

Кафедра Прикладная математика и информатика  
(наименование)

---

09.03.03 Прикладная информатика  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

---

Разработка социальных и экономических информационных систем  
(направленность (профиль) / специализация)

---

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему: «Разработка информационной системы автоматизированного  
учета комплектования запасными частями»

Обучающийся

С.Е. Козырев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент О.В. Оськина

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

## Аннотация

Тема: Разработка информационной системы автоматизированного учета комплектования запасными частями.

Ключевые слова: информационная система, запасные части, управление складом, управление остатками.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка информационной системы автоматизированного учета комплектования запасными частями для повышения эффективности деятельности по ремонту и обслуживанию оборудования.

Предметом исследования является автоматизация деятельности по ремонту и обслуживанию.

Объектом исследования является автоматизация процесса комплектования запасными частями.

В работе проведен анализ существующего процесса обеспечения запасными частями, выполнено концептуальное моделирование, в ходе которого разработаны процессные и объектные модели, разработана логическая модель базы данных. Выполнено проектирование элементов пользовательского интерфейса автоматизированной системы, рассчитан экономический эффект.

Выпускная квалификационная работа состоит из 47 страниц, 19 рисунков, 3 таблиц, 21 источника.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ объекта исследования .....	8
1.1 Описание деятельности предприятия .....	8
1.2 Функциональная модель управления ремонтом и обслуживанием оборудования «AS-IS» .....	9
1.3 Анализ лучших практик информатизации процессов снабжения запасными частями .....	13
2 Концептуальное моделирование информационной системы автоматизированного учета комплектования запасными частями .....	22
2.1 Классы и формализация пользователей программного проекта .	22
2.2 Описание функциональных требований проекта .....	25
2.3 Формирование бизнес-цели и требований ИТ-проекта для составления календарного плана.....	25
3 Архитектура проекта и особенности реализации .....	28
3.1 Архитектура и описание информационной модели проекта .....	28
3.2 Технологическое обеспечение задачи .....	32
3.3 Контрольный пример реализации проекта.....	34
4 Оценка экономической эффективности проекта .....	38
4.1 Выбор и обоснование методики расчета экономической эффективности проекта .....	38
4.2 Расчет фактических затрат на реализацию проекта.....	41
4.3 Расчет ожидаемого экономического эффекта от использования результатов проекта .....	42
Заключение .....	44

Список используемой литературы и используемых источников .....	46
--	----

## Введение

Деятельность по ремонту и обслуживанию оборудования является важной составляющей в работе строительных организаций.

Важным элементом в техническом обслуживании и ремонте оборудования и инструмента является то, чтобы в распоряжении ремонтников всегда были запасные части в необходимом количестве. Вместе с тем держать на складах избыточный запас запасных частей является экономически невыгодным. Повышение эффективности работ, направленных на снабжение запасными частями за счет использования информационных технологий является важным и актуальным направлением информатизации деятельности предприятий.

Тема выпускной квалификационной работы, связанной с разработкой информационной системы автоматизированного учета комплектования запасными частями, в свете изложенного, является актуальной.

Предметом исследования является автоматизация процесса комплектования запасными частями.

Объектом исследования является деятельность по ремонту и обслуживанию оборудования.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка информационной системы автоматизированного учета комплектования запасными частями для повышения эффективности деятельности по ремонту и обслуживанию оборудования.

К задачам работы относятся:

- выполнить анализ состава и порядка работ по организации комплектования запасными частями для ремонта и обслуживания оборудования;
- разработать предложения по совершенствованию системы учета комплектования запасными частями;

- выполнить концептуальное моделирование информационной системы автоматизированного учета комплектования запасными частями;
- провести логическое моделирование базы данных информационной системы;
- спроектировать элементы пользовательского интерфейса;
- рассчитать экономический эффект.

В работе использованы теоретические методы исследования, методы сравнительного анализа, методы моделирование информационных систем и баз данных.

Теоретическая значимость работы заключается в обосновании структурных компонентов модели управления поставками запасных частей.

Практическая значимость состоит в том, что разработан проект информационной системы управления комплектованием запасными частями.

Бакалаврская работа состоит из введения, четырех разделов, заключения и списка использованных источников.

В первом разделе описана деятельность строительной организации, показана ее организационная структура. Разработана процессная модель, описывающая основные бизнес-процессы, связанные с ремонтом и обслуживанием оборудования. Деятельность по ремонту и обслуживанию оборудования описана с использованием методологии IDEF0. Детально рассмотрена модель процесса обеспечения запасными частями. Разработана модель процесса комплектования запасными частями с использованием информационной системы.

Во втором разделе проведено концептуальное моделирование информационной системы. Разработана диаграмма прецедентов, показывающая основные функции информационной системы и ее взаимодействие с окружающей средой. Выполнена детализация прецедентов «Комплектование» и «Ввод данных расхода запчастей» с использованием диаграмм деятельности.

В третьем разделе обоснована архитектура и описана информационная модель проекта, приведён контрольный пример реализации проекта. Разработана концептуальная модель данных, содержащая основные сущности и связи. На базе концептуальной модели разработана логическая модель данных устанавливающая форму реализации базы данных как реляционную. Проведен выбор СУБД и разработана физическая модель данных учитывающая особенности СУБД MySQL. В рамках контрольного примера реализации проекта разработаны элементы пользовательского интерфейса, обеспечивающие возможность ввода расхода запчастей и управления нормами запасов.

В четвертом разделе проведена оценка экономической эффективности информационной системы автоматизированного учета комплектования запасными частями.

Информационная система автоматизированного учета комплектования запасными частями экономически целесообразна и расчетный срок окупаемости равняется трем годам.

В заключении сделаны выводы по проекту информационной системы.

## 1 Анализ объекта исследования

### 1.1 Описание деятельности предприятия

ООО «Промстрой» расположено в рабочем поселке Новоспаское Ульяновской области. Деятельность предприятия заключается в выполнении строительных и монтажных работ и предусматривает широкое использование техники и инструмента.

Организационная структура предприятия показана на рисунке 1.

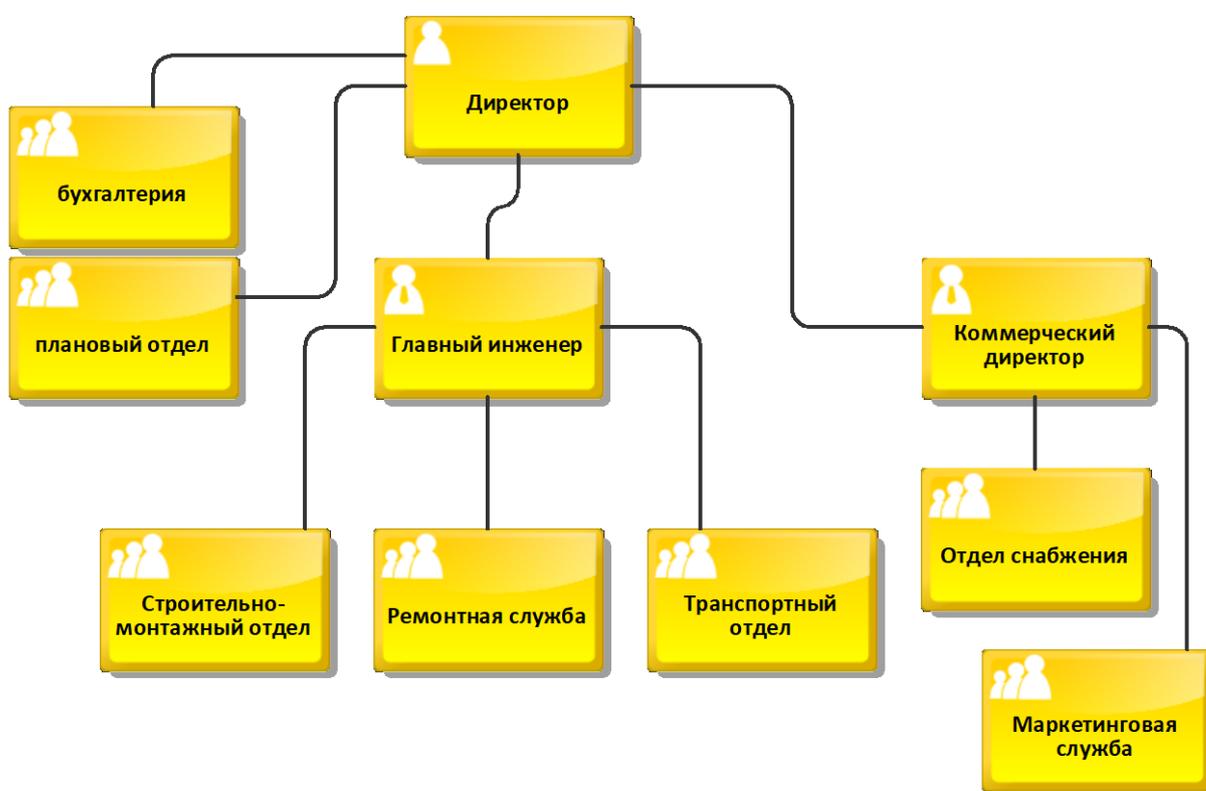


Рисунок 1 – Организационная структура ООО «Промстрой»

Директор возглавляет предприятие и осуществляет общее руководство деятельностью.

В прямом подчинении директора находятся такие подразделения как бухгалтерия и плановый отдел. Остальная деятельность выполняется под руководством главного инженера и коммерческого директора.

Главный инженер отвечает за руководство деятельностью, связанной с проведением строительно-монтажных работ. В его подчинении находятся такие подразделения как строительно-монтажный отдел, ремонтная служба и транспортный отдел.

Коммерческий директор отвечает за руководство снабжением и маркетинг и в его подчинении находятся отдел снабжения и маркетинговая служба.

На предприятии действует собственная служба по ремонту и обслуживанию оборудования.

## **1.2 Функциональная модель управления ремонтом и обслуживанием оборудования «AS-IS»**

Функциональное моделирование выполнено с применением методики IDEF0, которая является наиболее удобной к применению на начальном этапе описания систем [3, 6, 14].

На уровне контекстной диаграммы (рисунок 2) деятельность описывается процессом «Деятельность по ремонту и обслуживанию оборудования». Входом процесса являются заявка на ремонт и машины, Инструмент и оборудование на ремонт и обслуживание. На контекстной диаграмме процесс представляется с максимальной абстракцией в виде единственного блока, стрелки которого показывают, как соотносится деятельность с внешним по отношению к ней окружением

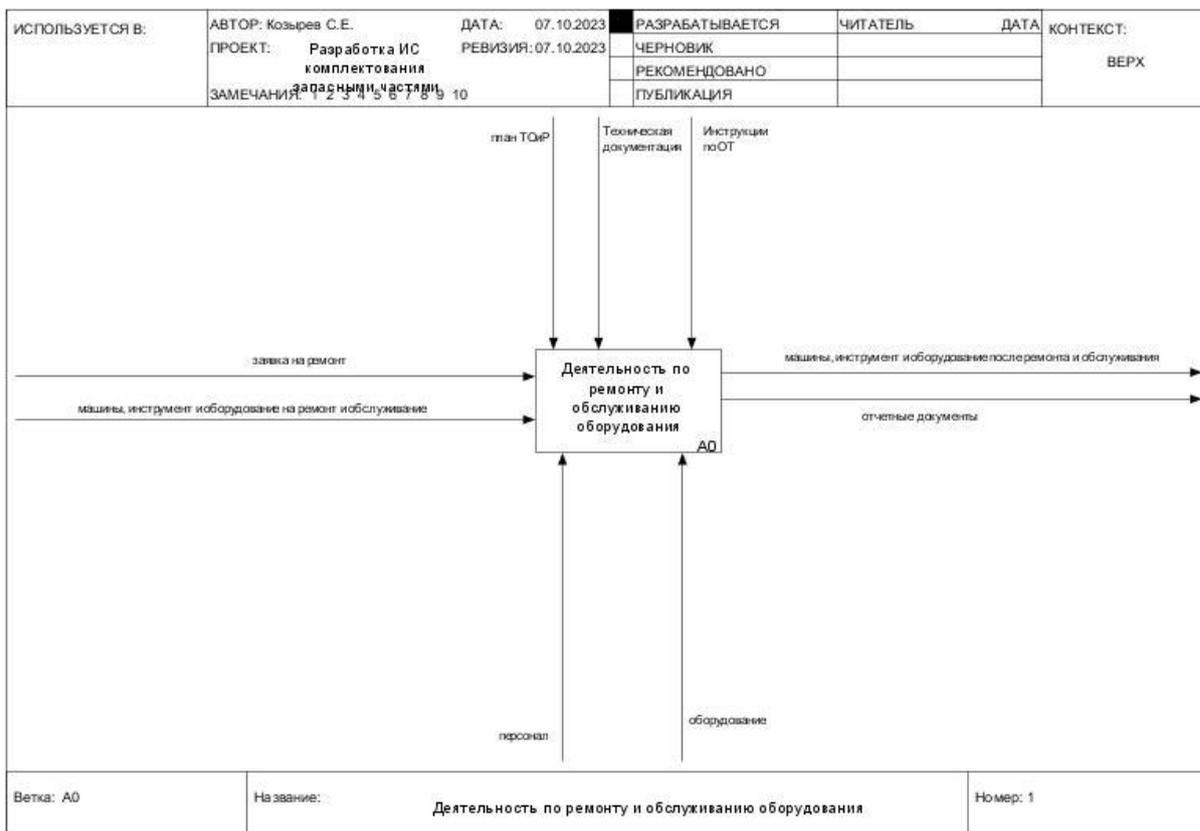


Рисунок 2 – Контекстная диаграмма модели AS-IS

На выходе процесса – отчетные документы и отремонтированные и обслуженные машины оборудование и инструмент.

Диаграмма детализации верхнего уровня (рисунок 3) содержит четыре процесса:

- планирование ремонта и обслуживания;
- проведение ремонта и обслуживания;
- обеспечение запасными частями;
- составление отчетности.

В свете темы работы наибольший интерес переставляет процесс снабжения запасными частями. Его входом является заявка на запасные части, на выходе запасные части и данные по расходу запасных частей.

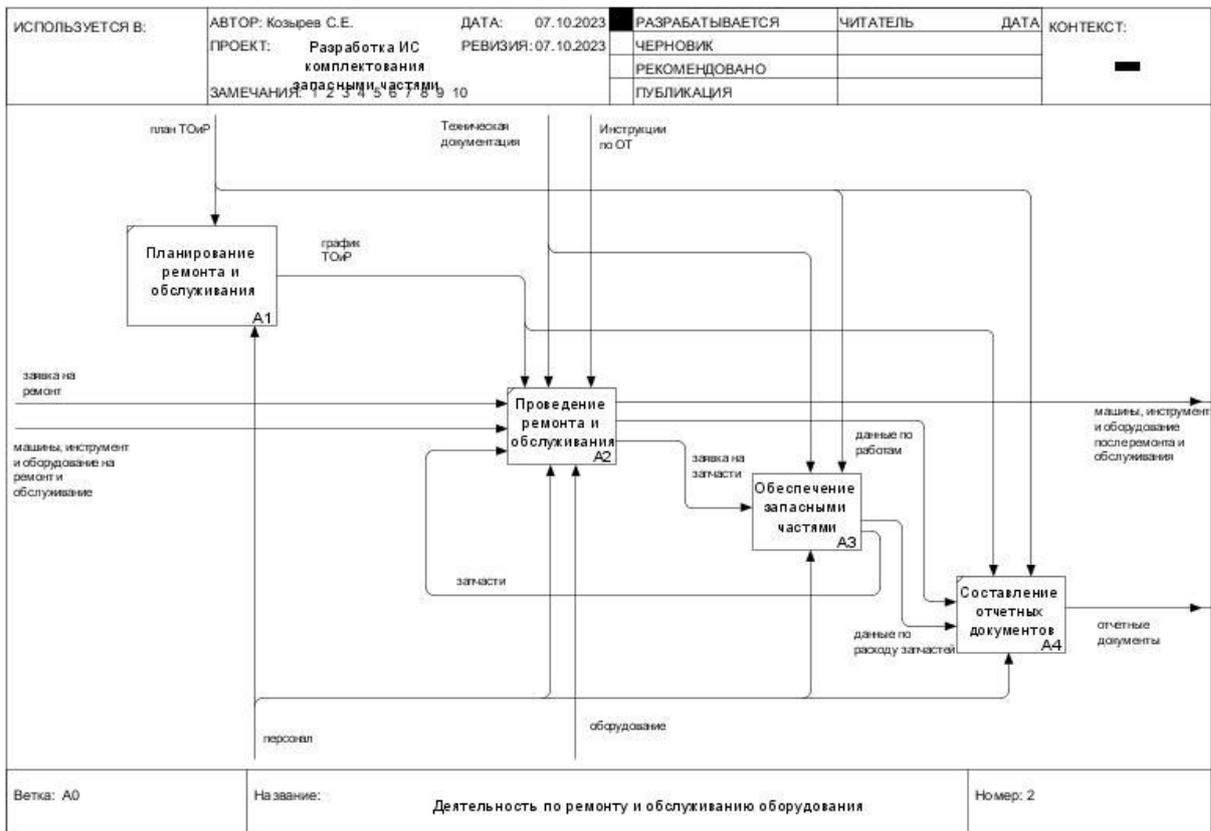


Рисунок 3 – Диаграмма верхнего уровня модели AS-IS

В процессе обеспечения запасными частями (рисунок 4) выделены следующие подпроцессы:

- выдача со склада;
- пополнение запасов;
- управление нормами запасов;

Заявка на запасные части поступает на вход процесса выдачи со склада. Также входом данного процесса являются закупленные в запас запасные части.

Управление нормами запасов на складе осуществляется на основании данных по расходу запасных частей в ходе ремонта и технического обслуживания, а также данных по закупкам запасных частей.

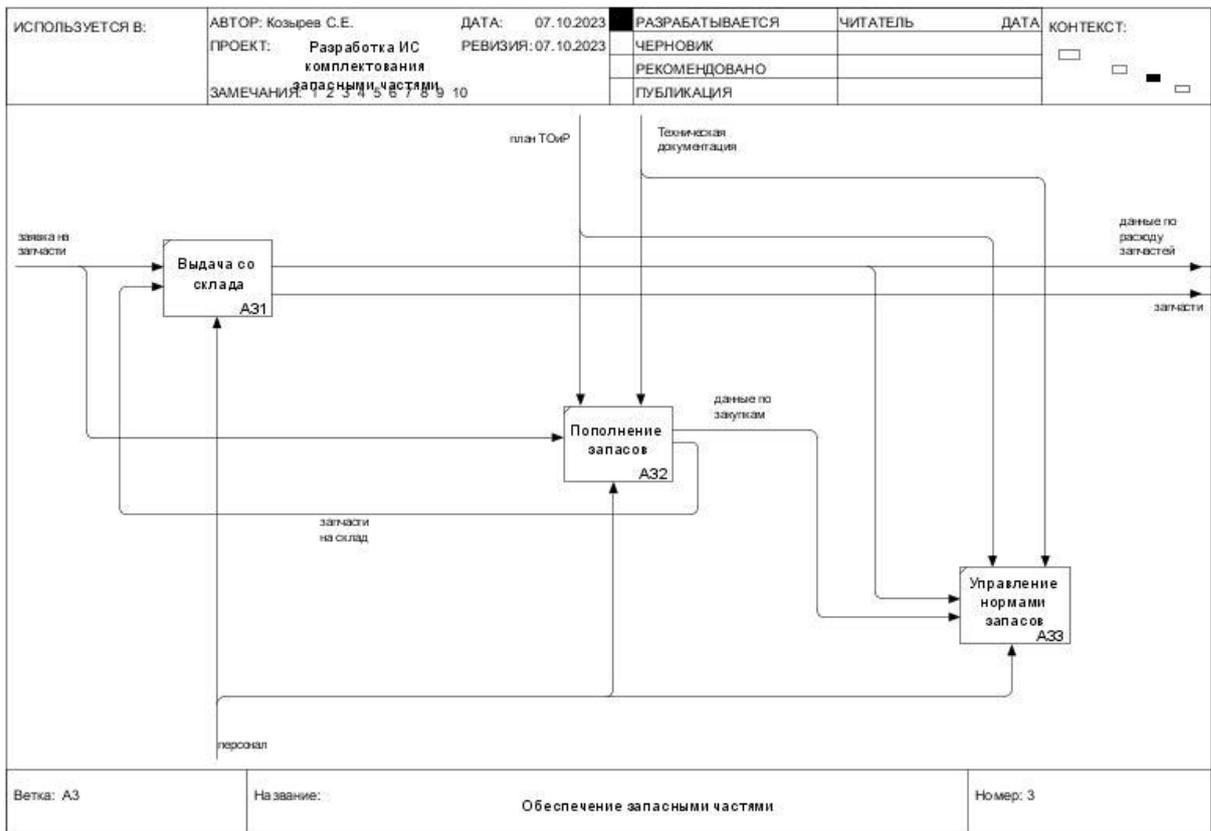


Рисунок 4 – Диаграмма детализации процесса обеспечения запасными частями модели AS-IS

По результатам анализа выявлено, пополнение и управление нормами запасов что планирование выполняются формально – на основании плана технического обслуживания и ремонта, который составляется исходя их паспортов оборудования. Данные же по внеплановым ремонтам никак не учитываются. По этой причине часто возникают случаи, когда на складе не имеется необходимой детали для ремонта, что снижает эффективность проведения ремонта и обслуживания оборудования.

Решение описанной проблемы возможно путем разработки информационной системы автоматизированного учета комплектования запасными частями

### **1.3 Анализ лучших практик информатизации процессов снабжения запасными частями**

Информатизация деятельности по техническому обслуживанию и ремонту содержит достаточно большое количество готовых решений в области программ направленных на поддержку технического обслуживания и ремонта - систем управления техническим обслуживанием и ремонтом (СУ ТОиР).

«Planny24 – это онлайн-платформа для управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования, инженерной инфраструктуры, зданий, сооружений и иных активов. Система ориентирована на использование малыми и средними организациями.

Программный продукт Planny24 от разработчика Си Проект предназначен для цифровизации задач эксплуатации активов с ориентацией на простоту использования системы и опорой на современные облачные технологии. Онлайн-сервис подходит для решения задач отдельных механиков, небольших обслуживающих подразделений, малого и среднего бизнеса.

Программа Planny24 предоставляет следующие функциональные возможности:

- каталогизация оборудования и иных активов;
- контроль технического состояния;
- работа с заявками на обслуживание, задачами и нарядами на работы;
- учёт расхода и контроль восполнения запасов запасных частей и материалов;
- планирование регламентного технического обслуживания и срочных ремонтов;
- ведение статистики технической эксплуатации, формирование базовой отчётности.» [12]

«Планадо — это облачный интернет-сервис для управления сервисными работами и мобильными сотрудниками, использующая внимательно разработанную методику организации процессов и усиленная технологиями GPS-контроля.

Программный продукт Планадо от компании Планадо предназначен для управления сервисным обслуживанием и организацией работы выездных сотрудников. Система Planado реализована в виде облачного решения, и позволяет быстро подключиться и начать использовать новый инструмент в работе бизнеса.

Онлайн-сервис Планадо организует выездные работы — от постановки наряда в график до выполнения работ у клиента. Программное обеспечение будет полезно для бизнесов множества отраслей, реализующих на регулярной основе обслуживание клиентов и удалённых активов/оборудования: телекоммуникационных компаний; организаций обслуживания кондиционеров; систем вентиляции и отопления (HVAC); организаций по установке и обслуживанию окон, дверей, жалюзи; организации ЖКХ; бизнесы по доставке; клининговые компании; организации по ремонту бытовой техники; предприятия по сервисному обслуживанию промышленного оборудования.» [13]

«NERPA EAM - это система управления основными фондами предприятия, техническим обслуживанием и ремонтами (ТОиР) на предприятиях и в сервисных компаниях.

Система NERPA EAM от Новософт позволяет управлять техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР), осуществлять планирование ремонта оборудования с применением разнообразных стратегий: ППР, текущий ремонт, капитальный ремонт, ремонт по состоянию. Программа ТОиР позволяет контролировать ход работ в соответствии с установленным графиком, а также в соответствии с регламентом технического обслуживания (ТО) оборудования.

Основной целью внедрения системы NERPA EAM является сокращение затрат на техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) и материально-техническое обеспечение (МТО) без снижения уровня надёжности, либо повышение производственных параметров оборудования без увеличения затрат.

Основные функции системы NERPA EAM:

- учёт оборудования;
- описание регламентов обслуживания оборудования;
- планирование ТОиР;
- управление работами ТОиР;
- учёт и планирование затрат;
- централизованное хранилище электронных документов;
- построение отчётов;
- управление работой ремонтного персонала.»[11]

«IBS EAM – это система для цифровизации процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР) в составе решений 1С:ERP и 1С:ERP.

Система управления промышленными активами IBS EAM на платформе 1С:Предприятие 8 (ранее был известен как 1С EAM) от компании IBS предназначен для создания комплексной системы управления производственными активами. Он обеспечивает сквозную прослеживаемость процессов финансово-хозяйственной деятельности на всем жизненном цикле управления производственными активами. Продукт помогает крупным предприятиям автоматизировать процессы ТОиР в нефтегазовой сфере, металлургии, машиностроении, легкой промышленности и на других крупных промышленных предприятиях.

В основе разработки IBS применил лучшие практики зарубежных и российских решений, опыт внедрения мировых аналогов, являющихся лидерами в области управления активами, а также собственную экспертизу по специфике реализации бизнес-процессов на отечественных предприятиях. Основной акцент в системе сделан на возможности адаптации модуля к

бизнес-процессам с помощью средств настройки, без использования программных доработок, а также на бесшовной интеграции с контуром Управления предприятием (ERP).

К стандартным справочникам и объектам 1С:ERP добавлены дополнительные справочники и объекты по направлениям Оборудование (системы, активы, позиции, классификации, счетчики, кодировка ККС, иерархия оборудования) и Управление работами (технологические карты, локальные сметы, журнал дефектов, заказ-наряды, профилактическое ТОиР, перспективное и годовое планирование).

Продукт IBS EAM обеспечивает универсальный подход к управлению активами на протяжении всех стадий жизненного цикла, включая ввод в эксплуатацию, планирование и выполнение ТОиР, утилизацию. Программный продукт отвечает требованиям стандартов ISO 55001 и ГОСТ Р 55.0.02 в области управления физическими активами.»[8]

«F5 PMM – это система для мониторинга, диагностики и прогноза технического состояния оборудования, помогающая заблаговременно обнаружить дефекты и снизить внеплановые простои.

Программный продукт F5 PMM от компании M5 предназначен для автоматического контроля технического состояния оборудования и инженерных сооружений в режиме реального времени. Программная система предназначена для цифровизации задач технической эксплуатации на базе современных сквозных технологий поточного анализа больших данных и искусственного интеллекта (ИИ).

Основные функции платформы предиктивной аналитики F5 PMM:

- сбор, обработка и хранение данных об оборудовании из систем мониторинга, АСУТП, ЕАМ-систем;
- выявление аномалий и нештатных режимов работ;
- прогноз отказов и определение их причин.

Внедрения F5 PММ нацелено на достижение следующих полезных эффектов:

- снижение простоев и предотвращение отказов оборудования;
- повышение коэффициента технической готовности оборудования;
- сокращение трудозатрат на диагностику оборудования.

Преимущества программного обеспечения PММ:

- анализирует работу оборудования в реальном времени;
- позволяет разрабатывать прогнозные модели на основе исторических данных без привлечения специалистов по Data Science;
- оцифровывает методики диагностики и эмпирические знания экспертов;
- включает библиотеку экспертизы с математическими моделями, готовыми к использованию и кастомизации;
- интегрируется с EАМ-системами для автоматического создания заданий на ТОиР.»[10]

«EАМcloud – это система для эффективного управления ТОиР в облаке, нацеленная на мобильность и доступность, предлагающая мгновенный старт и быстрое добавление пользователей (достаточно регистрации), без внедрений и администрирования.

Онлайн-система EАМcloud от компании Лямбда предназначена для управления техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР) оборудования с высокими мобильностью и доступностью. Система хорошо подходит для использования отдельными специалистами или небольшими командами профессионалов. Разработчики ориентируют систему для использования в любое время, и любом месте - везде где удобно, для вовлечения всей команды технического обслуживания - для максимально эффективного процесса ТОиР.»[9]

«Основные возможности системы EАМcloud:

- вести учёт оборудования, технических данных (паспортизация), состояния оборудования, автоматически рассчитывать наработку оборудования,
- регистрировать неисправности оборудования с мгновенным уведомлением всех задействованных в процессе сторон и специалистов,
- создавать и совместно управлять заявками на ремонт и техническое обслуживание, планировать ППР и сопутствующие работы, вести журнал обслуживания, получать план-графики, загружать подтверждающие документы,
- быстро находить введённые данные, используя инструменты поиска, просматривать историю неисправностей, ремонтов и обслуживания вместе с техническими данными объекта ремонта,
- анализировать простои оборудования,
- вести реестры и справочники организаций, договоров, исполнителей (в том числе внешних сервисных организаций) и другой сопутствующей информации,
- управлять материально-техническим обеспечением,
- составлять технологические карты,
- назначать исполнителей для проведения работ с доступом только к нужной информации, учитывать трудозатраты и формировать наряды,
- организовывать доступ к системе как для своего персонала, так и для внешних (с ограничением разрешений) организаций (подрядчиков), выполняющих работы,
- выгружать данные в распространённых табличном и текстовом форматах.»[9]

Анализ существующих решений показал, что применительно к решаемой задаче целесообразно выполнить разработку собственной информационной системы.

Функциональная модель разрабатываемой информационной системы управления комплектованием запасными частями выполнена с применением методологии IDEF0.

Верхний уровень модели представлен на рисунке 5 и содержит деятельность по ремонту и обслуживанию оборудования как один процесс.

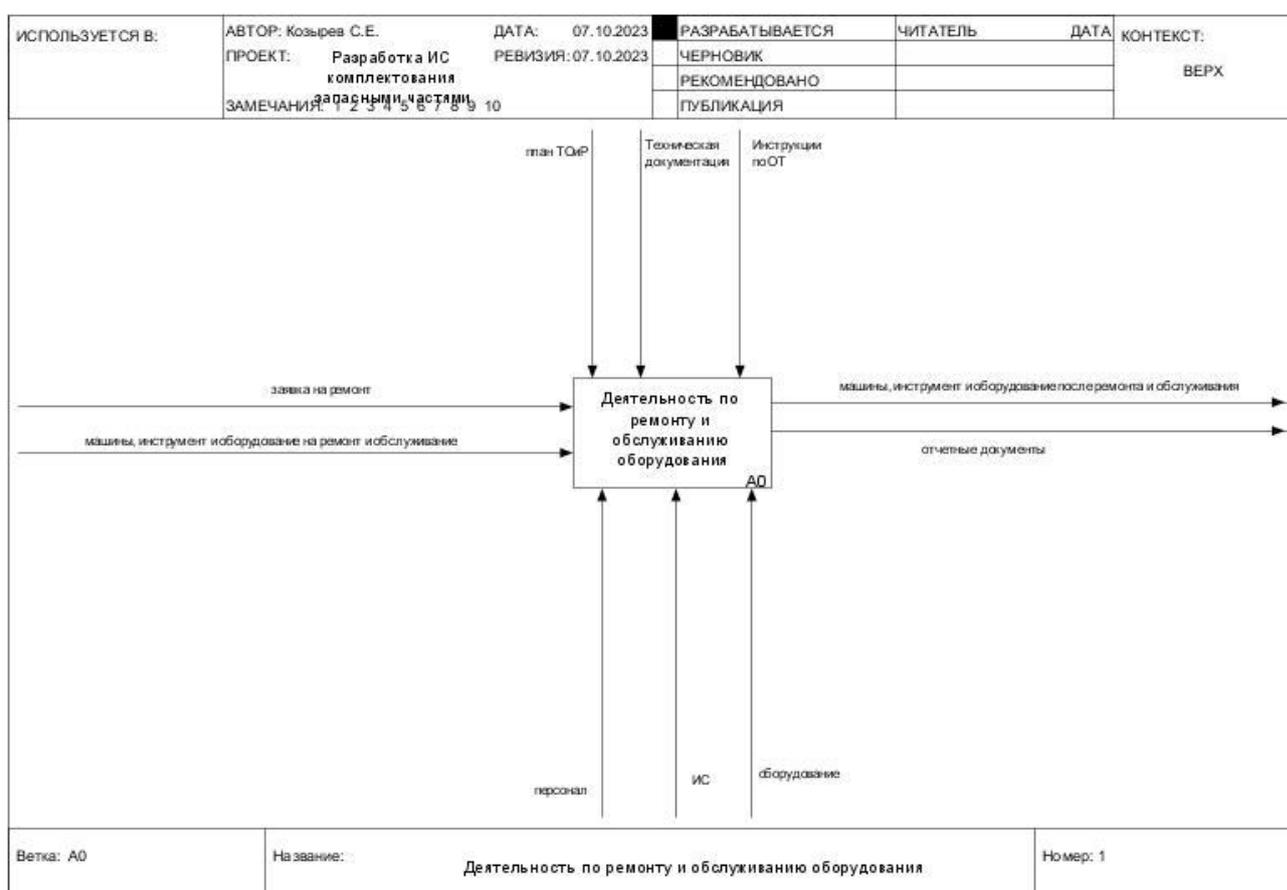


Рисунок 5 – Контекстная диаграмма деятельности по ремонту и обслуживанию оборудования ТО-ВЕ

Декомпозиция контекстной диаграммы выполнена с выделением четырех основных бизнес-процессов (рисунок 6). Разрабатываемая

информационная система автоматизации комплектования запасными частями является ресурсом для бизнес-процесса «Обеспечение запасными частями».

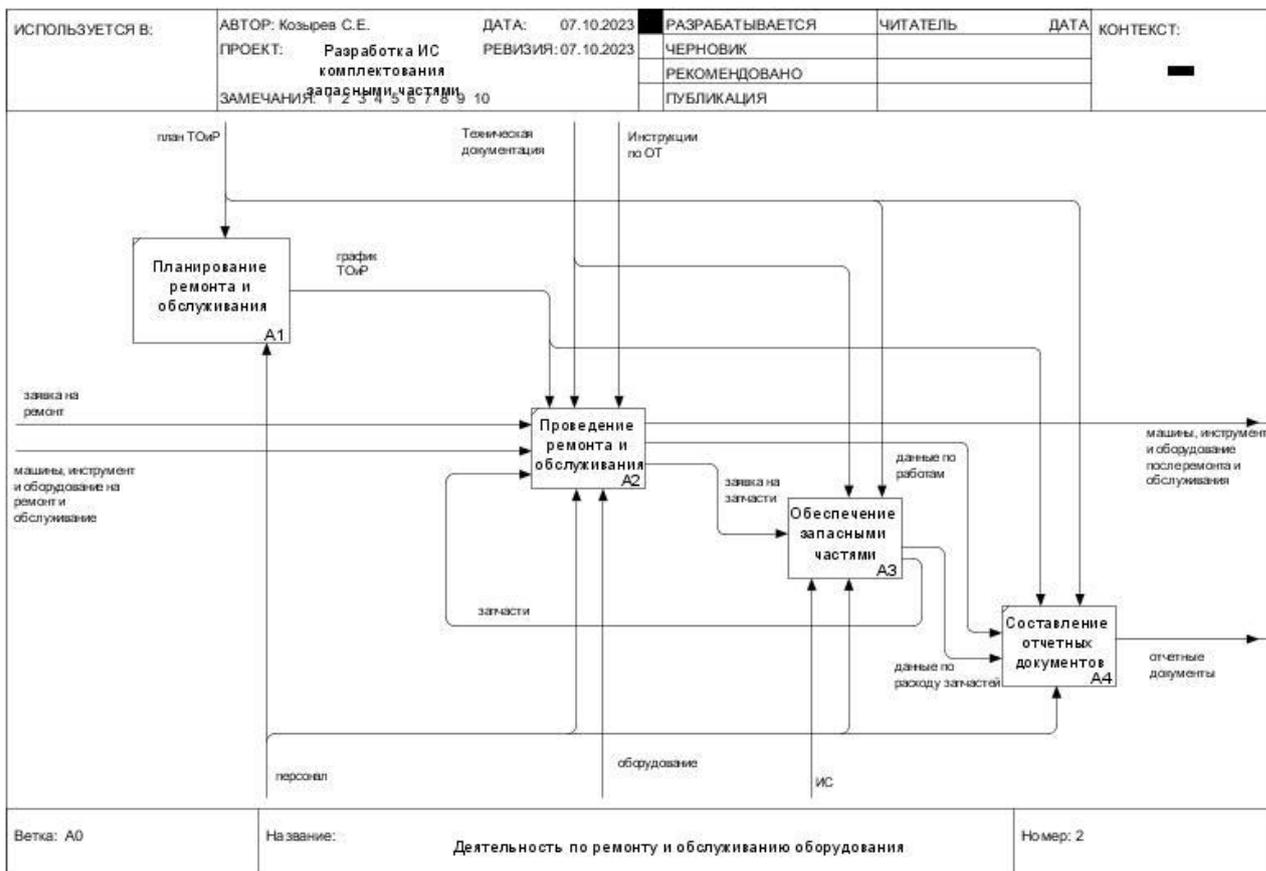


Рисунок 6 – Диаграмма декомпозиции деятельности по ремонту и обслуживанию оборудования ТО-ВЕ

Применение информационной системы для автоматизации комплектования запасными частями показано на рисунке 7.

Диаграмма детализации процесса обеспечения запасными частями состоит из трех процессов, на каждом из которых в качестве ресурса применяется информационная система управления комплектования запасными частями.

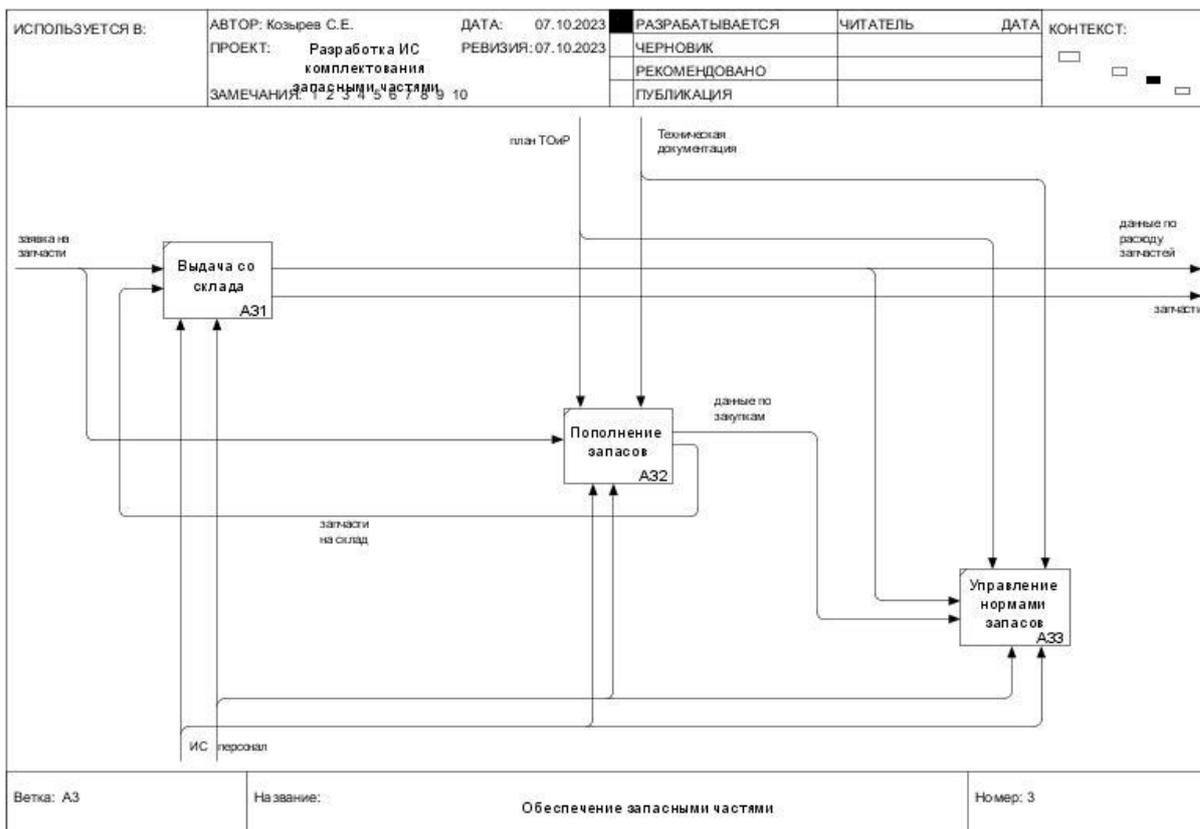


Рисунок 7 – Диаграмма детализации процесса обеспечения запасными частями модели ТО-ВЕ

Выводы по разделу. В первом разделе описана деятельность строительной организации, показана ее организационная структура. Разработана процессная модель, описывающая основные бизнес-процессы, связанные с ремонтом и обслуживанием оборудования. Деятельность по ремонту и обслуживанию оборудования описана с использованием методологии IDEF0. Детально рассмотрена модель процесса обеспечения запасными частями. Разработана модель процесса комплектования запасными частями с использованием информационной системы.

## 2 Концептуальное моделирование информационной системы автоматизированного учета комплектования запасными частями

### 2.1 Классы и формализация пользователей программного проекта

Для формализации пользователей информационной системы управления комплектованием запасных частей построена диаграмма вариантов использования (рисунок 8), на которой показаны внешние по отношению к системе сущности (акторы) и прецеденты

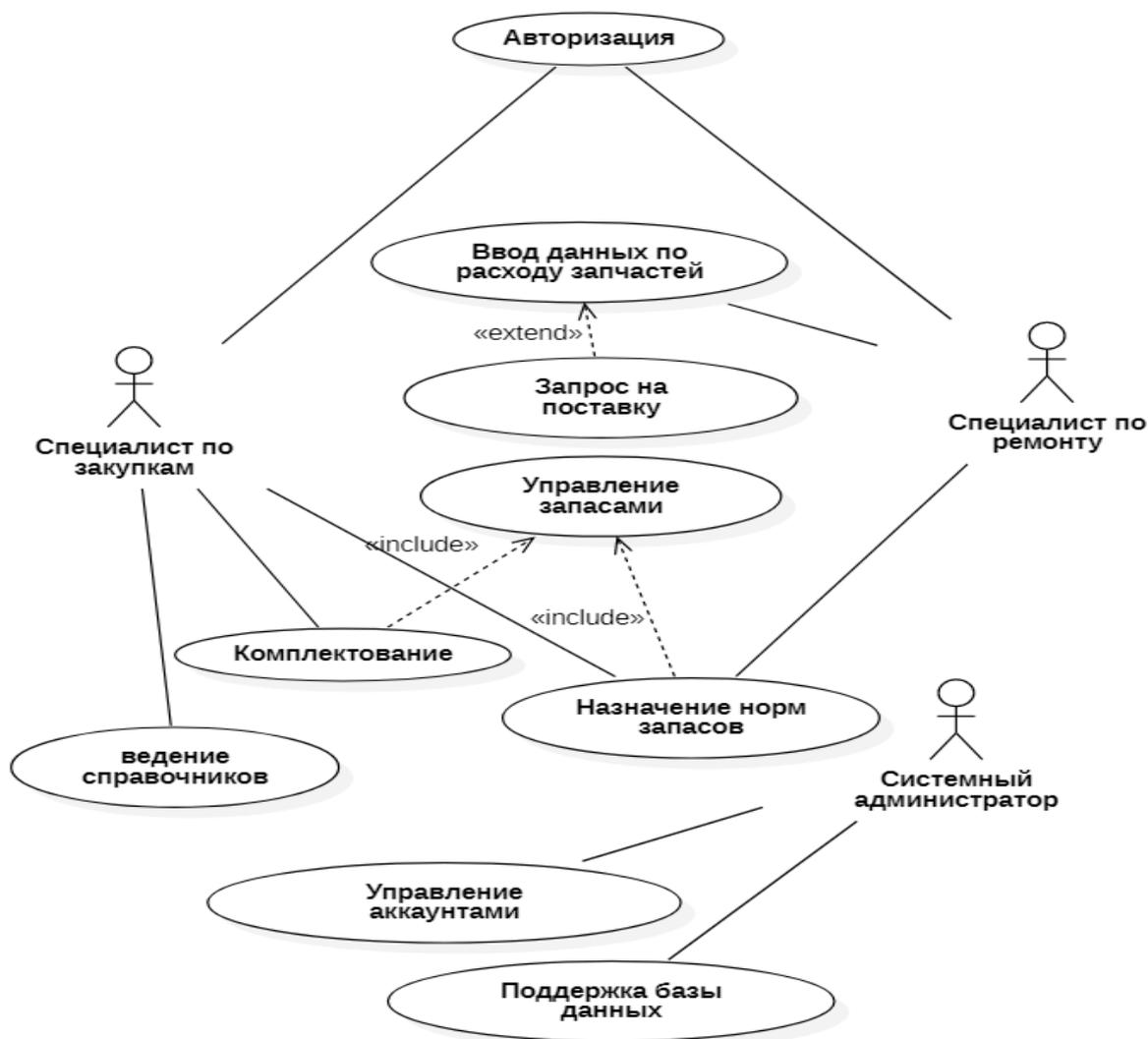


Рисунок 8 – Диаграмма вариантов использования

Диаграмма прецедентов является первой диаграммой, которая описывает взаимодействие системы с окружением при объектно-ориентированном моделировании на языке UML [2, 4, 5, 7, 16].

Акторами или внешними сущностями являются:

- сотрудник отдела закупок;
- сотрудник ремонтной службы;
- системный администратор.

Сотрудник ремонтной службы в рамках реализации прецедента «Ввод данных по расходу запчастей» получает заявку на ремонт, определяет необходимость замены запасных частей, если замена необходима – формирует список запасных частей для получения на складе, получает запчасти со склада со списанием необходимого количества в базе данных. Если необходимых запчастей на складе нет – делает заявку на закупку. Диаграмма деятельности прецедента «Ввод данных по расходу запчастей» показана на рисунке 9.

Сотрудник службы закупки осуществляет прецедент «Комплектование» в следующей последовательности

- делает запрос к базе данных по запчастям, остаток которых ниже нормы запаса;
- при необходимости выводит информацию по динамике расхода определенной запчасти;
- формирует список запчастей к закупке;
- осуществляет закупку и по факту поставки корректирует информацию об остатках на складе.

Диаграмма деятельности прецедента «Комплектование» показана на рисунке 10.

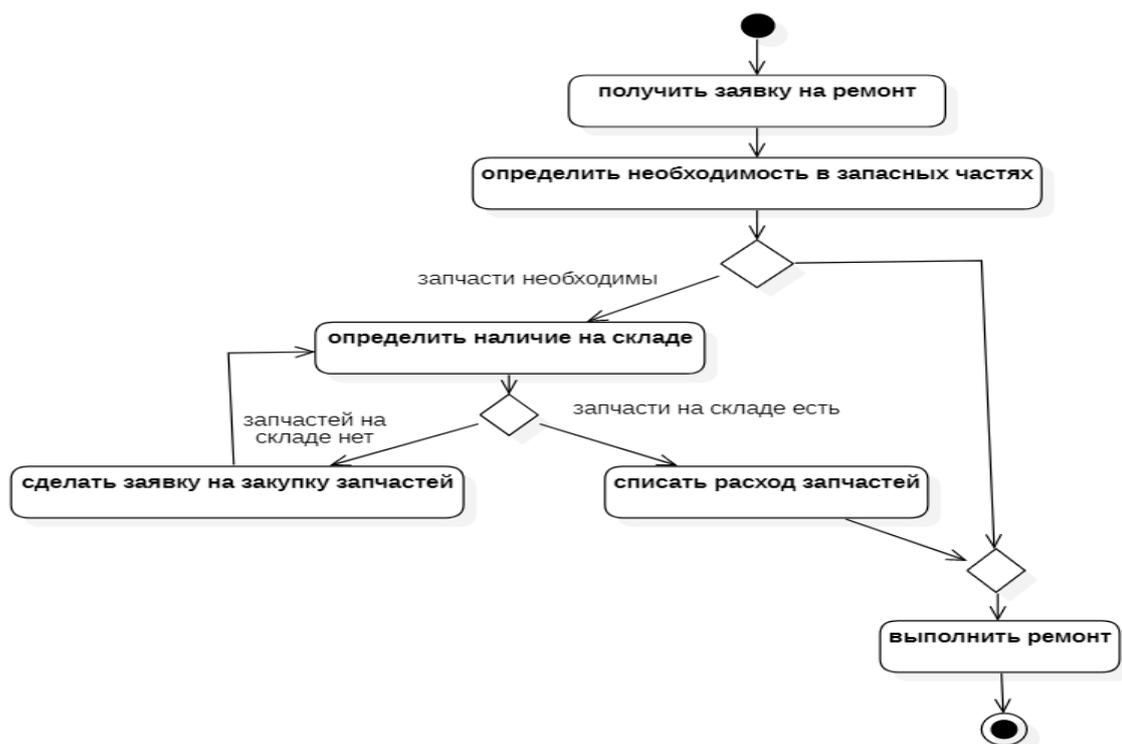


Рисунок 9 – Диаграмма деятельности прецедента «Ввод данных по расходу запчастей»

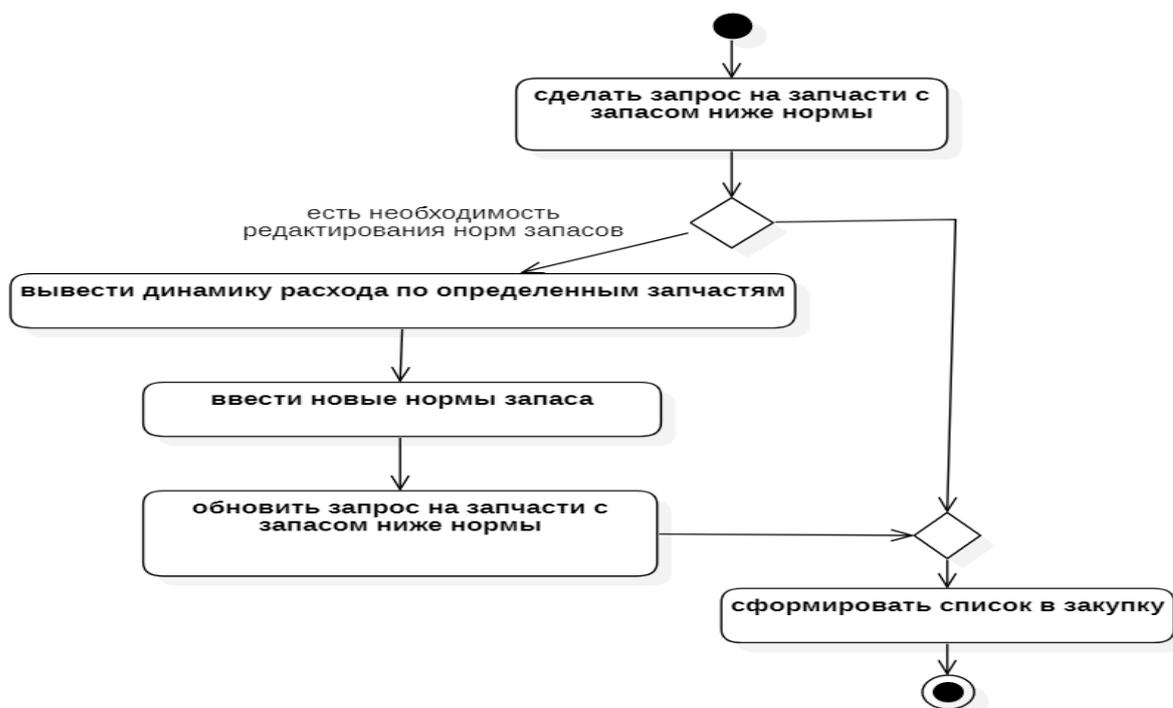


Рисунок 10 – Диаграмма деятельности прецедента «Комплектование»

Системный администратор выполняет управление аккаунтами и ведение базы данных.

## **2.2 Описание функциональных требований проекта**

Информационная система должна обеспечивать для специалиста по закупкам такие функции как ведение справочников, комплектование, управление запасами включая назначение норм запасов.

Специалист по ремонту в информационной системе должен иметь возможность ввода данных по расходу запчастей и формирование запроса на поставку для запчастей которых нет на складе в нужном количестве.

Для проведения анализа по приходу и расходу на склад с назначением или корректировкой норм запаса информационная система управления комплектованием запасными частями должна формировать выборочную информацию из базы данных с экспортом результатов в Excel.

Требования к организационному обеспечению. Для установки и настройки системы требуется наличие программиста. В процессе эксплуатации системы работают сотрудники. Помимо перечисленных сотрудников должен быть системный администратор, который будет заниматься инсталляцией приложений, настройка системы управления базой данных и настройка сети.

## **2.3 Формирование бизнес-цели и требований ИТ-проекта для составления календарного плана**

Бизнес-целью проекта является устранение узкого места в деятельности по ремонту и обслуживанию оборудования – обеспечение автоматизации комплектования запасными частями.

Этапы выполнения проекта назначены в соответствии с ГОСТ 34.601—90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на

автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания» и показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы выполнения проекта информационной системы управления комплектованием запасными частями

Этап	Продолжительность, дней	Участники
1. Формирование требований	2	Главный инженер Руководитель проекта
2. Разработка концепции	2	Руководитель проекта Системный аналитик Главный инженер Программист
3. Техническое задание	5	Руководитель проекта Системный аналитик Главный инженер Специалист по ремонту Специалист по закупкам
4. Эскизный проект	3	Руководитель проекта Системный аналитик Программист
5. Технический проект	27	Руководитель проекта Программист
6. Рабочая документация	4	Руководитель проекта Технический писатель
7. Ввод в действие	8	Руководитель проекта Главный инженер Специалист по ремонту Специалист по закупкам Программист
Итого:	51	–

Основные требования к проекту:

- бизнес-требования состоят в повышении эффективности деятельности по ремонту и обслуживанию оборудования и инструмента, снижении времени, затрачиваемого на комплектование запасными частями, использования информации по расходу запасных частей для управления величиной складских запасов;
- пользовательские требования заключаются во вводе и редактировании информации, связанной с расходом запасных частей при ремонте и

обслуживании инструмента и оборудования и формирования отчетности;

- нефункциональные требования направлены на удобство использования системы, в частности возможность быстрого поиска необходимой запасной части.

Выводы по разделу.

Во втором разделе разработана диаграмма вариантов использования, на которой выделены основные классы пользователей и представлены варианты использования информационной системы управления комплектованием запасными частями.

Детализация вариантов использования use case диаграммы выполнена с помощью диаграмм деятельности, на которых показаны алгоритмы комплектования запасными частями и ввода данных по расходу.

На основании разработанных требований к системе управления комплектованием запасными частями выполнено календарное планирование проекта, определен состав участников проекта и разработан календарный план работ.

### **3 Архитектура проекта и особенности реализации**

#### **3.1 Архитектура и описание информационной модели проекта**

«Клиент-серверная архитектура- это модель организации вычислительных систем, в которой задачи распределены между клиентами и серверами. В такой архитектуре клиент, обычно являющийся пользователем или программой, запрашивает услуги или ресурсы у сервера, который отвечает на запросы, предоставляя необходимые данные или функциональность.»[15]

«Клиент-серверная архитектура является распространенной моделью для построения сетевых приложений. Она состоит из двух основных компонентов: клиента и сервера, которые взаимодействуют друг с другом посредством сетевого соединения.

Основные особенности клиент-серверной архитектуры:

Разделение функций: в клиент-серверной модели клиент выполняет запросы к серверу, а сервер осуществляет обработку этих запросов и предоставляет клиенту необходимые ресурсы или услуги. Разделение функций позволяет распределить нагрузку между клиентом и сервером, улучшить масштабируемость и обеспечить более эффективную обработку запросов.

Сервер как «черный ящик»: клиент не знает, каким образом сервер выполняет его запросы и какие конкретно ресурсы используются. Для клиента сервер выглядит как единая сущность, с которой он взаимодействует, без необходимости знания о его внутренней работе.

Надежность: клиент-серверная архитектура позволяет повысить надежность системы за счет распределения нагрузки между серверами. Например, в случае отказа одного сервера, клиенты могут переключиться на другой без прерывания обслуживания.»[15]

«Масштабируемость: клиент-серверная архитектура позволяет добавлять новых клиентов и сервера, что обеспечивает горизонтальную и

вертикальную масштабируемость. Это позволяет системе эффективно обрабатывать растущую нагрузку и адаптироваться к изменениям в требованиях пользователей.

Централизованное управление: сервер выполняет управление и контроль за ресурсами, данные и услуги которых предоставляются клиентам. Это упрощает управление системой и обеспечивает централизованные политики безопасности и доступа к данным.

Клиент-серверная архитектура позволяет взаимодействовать с различными платформами и технологиями, используя открытые стандарты для обмена данными и коммуникаций»[15]

На основании изложенного, для проекта выбрана клиент-серверная архитектура

Из описания и моделирования предметной области для информационной модели можно выделить три основных сущности – запчасть, расход и приход и две связи – запчасть расходуется расходом и пополняется приходом.

Сущность «запчасть» имеет атрибуты:

- идентификатор;
- наименование;
- тип;
- остаток
- норма запаса.

Сущность «приход» имеет атрибуты:

- идентификатор;
- сотрудник;
- дата;
- количество.

Сущность «расход» имеет атрибуты:

- идентификатор;
- сотрудник;

- дата;
- количество.

Атрибуты сущностей показаны на концептуальной модели данных (рисунок 11).

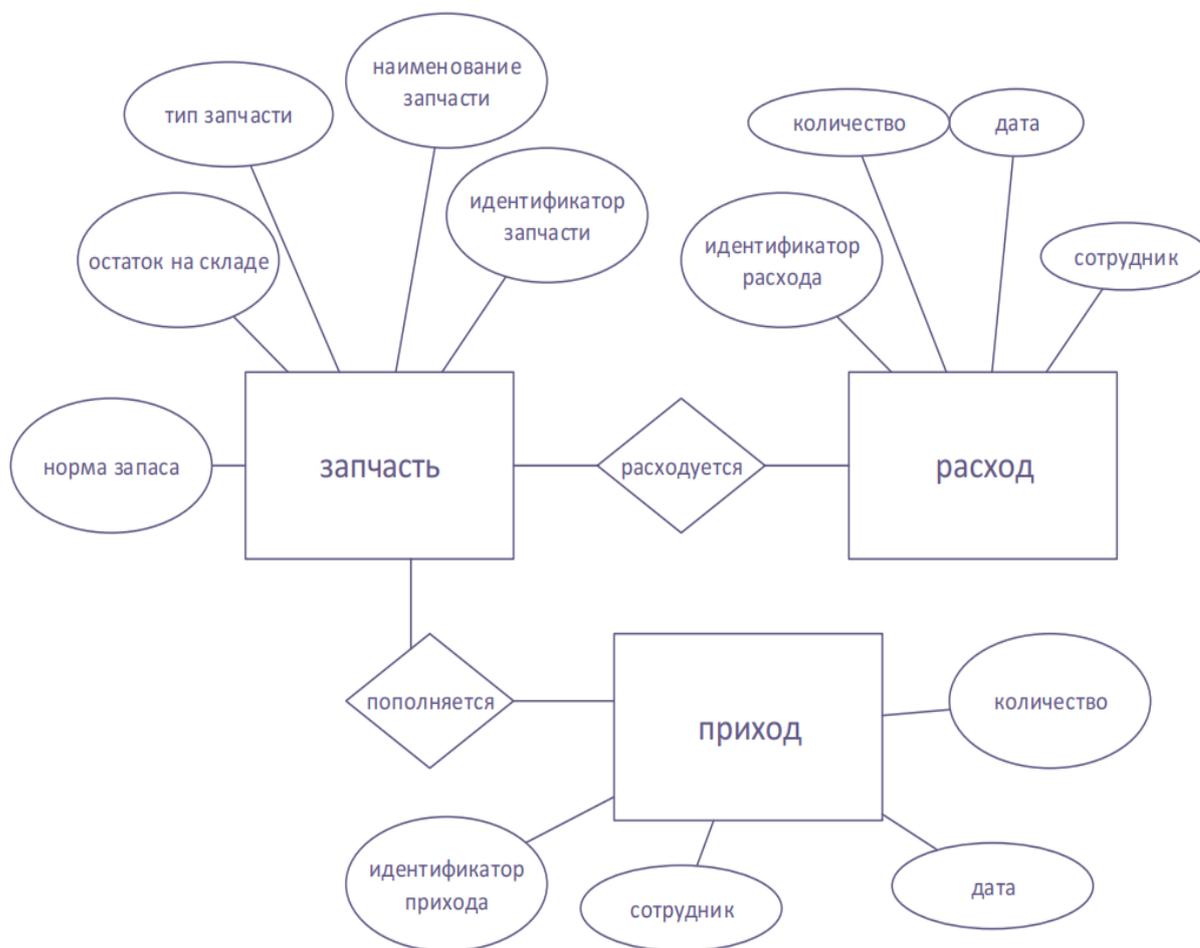


Рисунок 11 – Концептуальная модель данных

На основании концептуальной модели разработана логическая модель базы данных [17, 18, 19] (рисунок 12), состоящая из пяти таблиц. Модель выполнена в нотации IDEF1X, выделены ключевые поля и типы данных для каждого поля. Установлена кардинальность отношений и определены внешние ключи в дочерних таблицах.

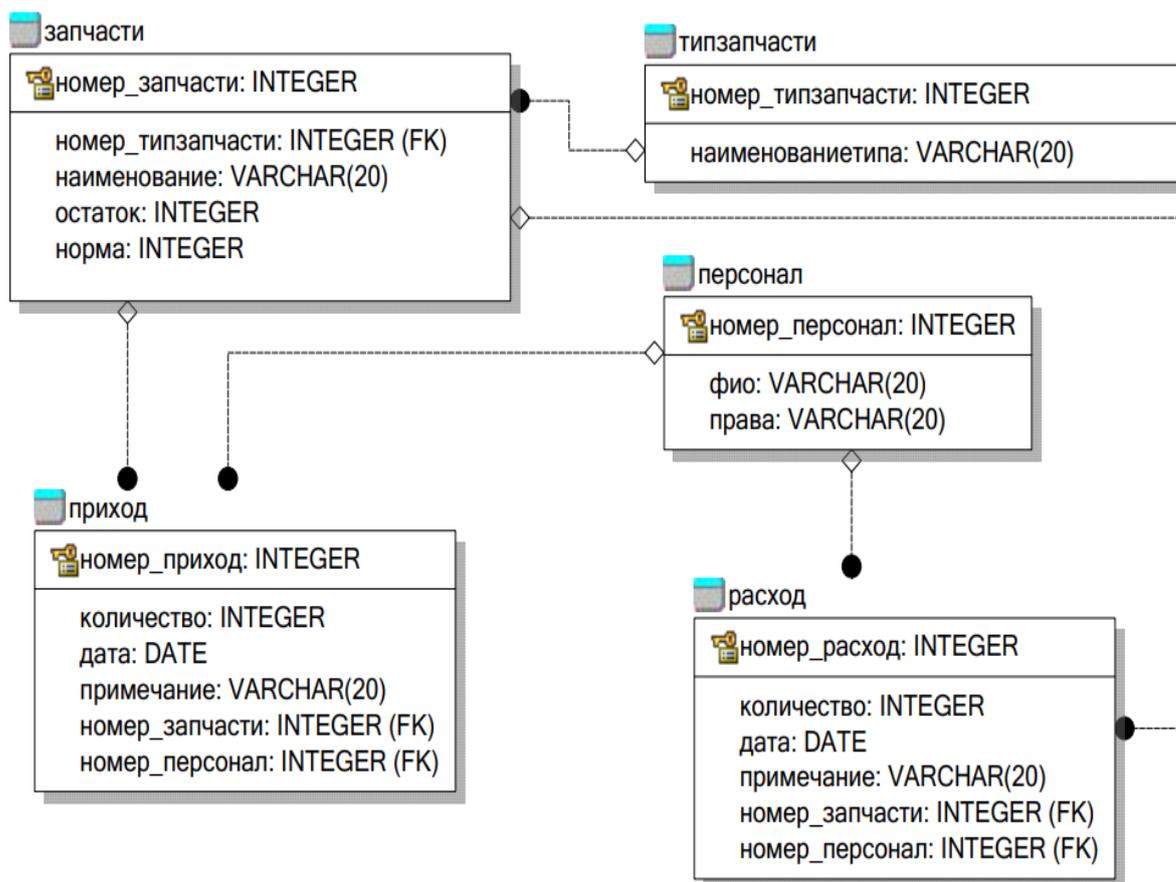


Рисунок 12 – Логическая модель данных

Переход от логической к физической модели связан с выбором конкретной системы управления базой данных. В данном случае в качестве СУБД выбран MySQL [20]. Физическая модель данных (рисунок 13), учитывающая требования СУБД MySQL разработана в средстве визуального моделирования MySQL Workbench [21].

При переходе к физической модели использована нотация Мартина, уточнены типы данных на характерные для СУБД MySQL, названия таблиц и полей переписаны латиницей.

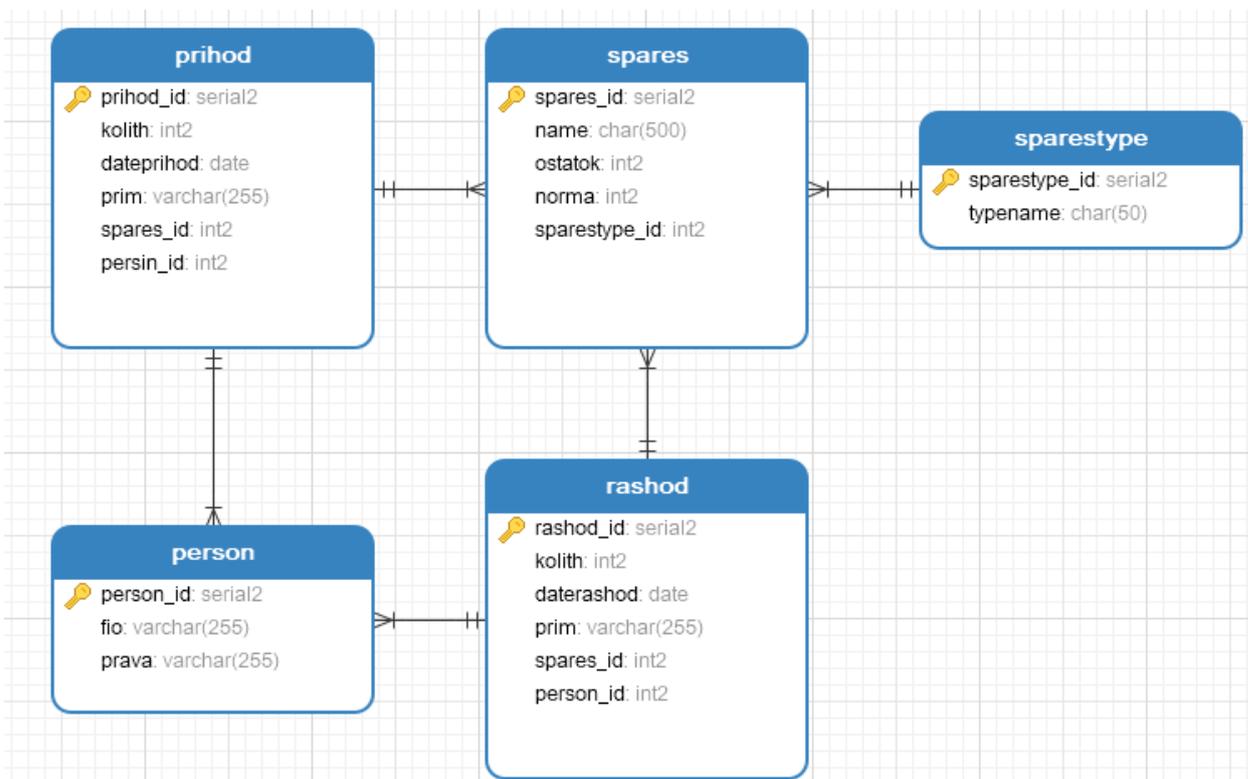


Рисунок 13 – Физическая модель данных

Разработанные модели данных позволяют эффективно организовать хранение и обновление информации в информационной системе.

### 3.2 Технологическое обеспечение задачи

Технология сбора информации в информационной системе управления комплектованием запасных частей предусматривает поступление информации по следующим каналам.

Данные при поступлении запасных частей на склад.

Данные расходу запасных частей со склада.

Информация по нормативным запасам на складе и фактическим остаткам

Результатной информацией системы управления являются отчеты, выгружаемые в Excel:

- отчет по динамике расхода запасной части;
- отчет по остаткам на складе.

При необходимости возможно формирование других видов отчетов.

Управление закупкой запасных частей выполняется на основании фактических остатков и нормативных запасов, а также по специальным заказам от специалистов по ремонту. Управление нормативами запасов и их корректировка выполняется на основании отчета по динамике расхода запасной части.

В качестве платформы для выполнения разработки выбраны язык С# и СУБД MySQL. Для разработки интерфейса пользователя использована IDE MS Visual Studio.

Диаграмма компонентов приложения показана на рисунке 14.



Рисунок 14 - Диаграмма компонентов приложения

Компонентами приложения являются сервер базы данных MySQL и клиентское приложение, связанные по ADO.NET. В качестве артефакта, формируемого приложением, выступает отчет по расходу запасных частей.

Диаграмма развертывания показана на рисунке 15.

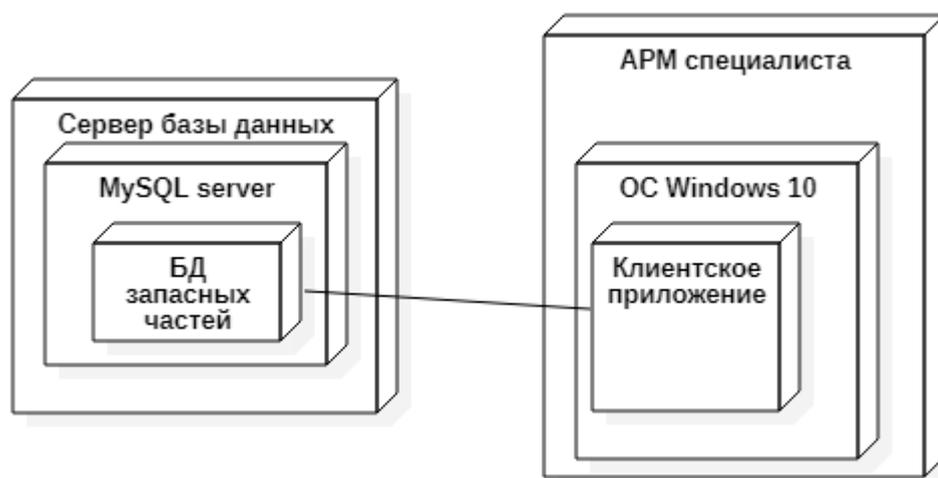


Рисунок 15 - Диаграмма развертывания

Физическими узлами являются сервер базы данных и автоматизированное рабочее место (АРМ) специалиста. На сервере базы данных установлена база данных запасных частей. На АРМ специалиста установлена операционная система Windows 10 и клиентское приложение, связанное с базой данных.

### 3.3 Контрольный пример реализации проекта

Первым, что необходимо сделать пользователю при входе в информационную систему – это пройти авторизацию, поскольку в системе существует разграничение ролей между основными пользователями.

Роль специалиста по ремонту предусматривает ввод данных по расходу запасных частей. Форма ввода (рисунок 16) содержит идентифицирующую деталь информацию – тип, наименование и остаток на складе.

Специалист по ремонту на форме ввода расхода запчастей выбирает тип запчасти, затем наименование и вводит требуемое количество. После нажатия кнопки Подтвердить выполняется списание указанного количества со склада

– остаток уменьшается на заявленное к получению требуемое количество запчастей.

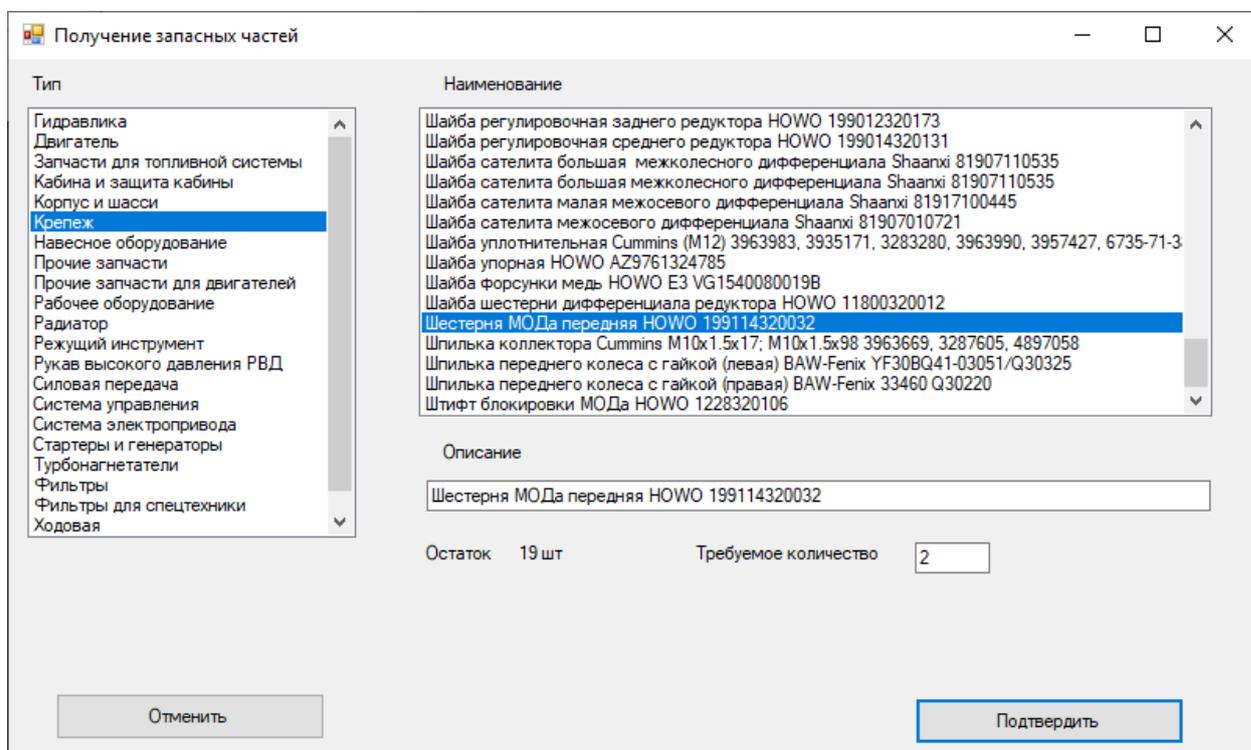


Рисунок 16 – Форма ввода расхода запасных частей

При управлении нормами запасов (рисунок 17) специалист по закупкам имеет возможность сформировать выгрузку в Excel как основу для закупки необходимых для пополнения запаса запчастей.

По отдельным позициям имеется возможность выгрузить историю расхода, на основании которой можно скорректировать нормы.

Если коррекция норм проведена, то формирование нового списка запчастей с остатком ниже нормы выполняется с нажатием соответствующей кнопки.

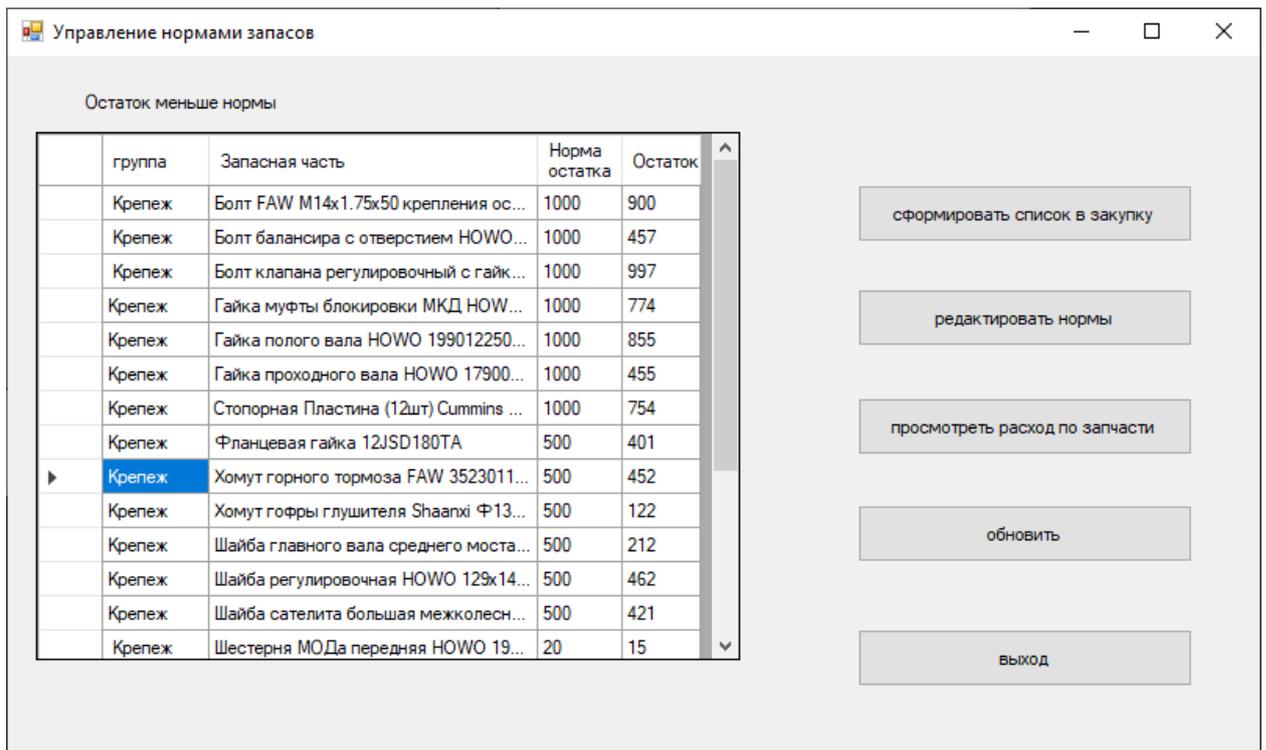


Рисунок 17 – Форма управления нормами запасов

Пример выгрузки в Excel по расходу определенной запасной части показан на рисунке 18. Исходя из этой информации можно переделить необходимость корректировки норм запаса.

Отчет по расходу		
Хомут Пыльника Мех-ма перекл. передач на КПП 12JSD180TA		
дата	06.10.2023	
дата	количество	Примечание
06.06.2023	1	Срочный ремонт
16.06.2023	20	Плановая замена
26.06.2023	1	Срочный ремонт
06.07.2023	2	Срочный ремонт
16.07.2023	20	Плановая замена
26.07.2023	1	Срочный ремонт
05.08.2023	1	Срочный ремонт

Рисунок 18 – Пример выгрузки по расходу запасной части

Формирование выгрузки производится с помощью SQL запроса:

```
SELECT DISTINCT
```

```
"rashod"."daterashod","rashod"."kolith","rashod"."prim"
```

```
FROM
```

```
"rashod"
```

```
INNER JOIN "spares" ON "rashod"."spares_id" = "spares"."spares_id"
```

```
WHERE
```

```
"spares"."spares_id" = 12 AND
```

```
"rashod"."daterashod" = now()
```

```
ORDER BY
```

```
"rashod"."daterashod" ASC
```

Выводы по разделу.

Выполнено исследование достоинств и недостатков компьютерных архитектур, на основании которого для информационной системы управления комплектованием запасными частями выбрана клиент-серверная архитектура.

Выделены основные сущности и их атрибуты, на основании чего разработана концептуальная модель данных.

В качестве типа базы данных выбрана реляционная модель. Исходя из реляционной модели представления данных разработана логическая модель базы данных.

Проведен выбор системы управления базами данных и построена физическая модель базы данных для СУБД MySQL.

Разработано технологическое обеспечение задачи и составлены диаграммы компонентов и диаграммы развертывания.

Показан пример работы информационной системы, содержащий входные и выходные формы.

## **4 Оценка экономической эффективности проекта**

### **4.1 Выбор и обоснование методики расчета экономической эффективности проекта**

«Внедрение автоматизированных информационных решений на базе современных информационных технологий – процесс крайне дорогостоящий и длительный, вынуждающий предприятие мобилизовать финансовые, кадровые, материальные ресурсы. При этом в мировой практике можно видеть массу примеров неудачных внедрений, ведущих к колоссальным убыткам и разочарованию руководства в идее внедрения информационных систем.

Два этих факта – большая стоимость и высокие риски неудачного результата ставят перед предприятием проблему оценки эффективности вложений в ИТ на всех этапах создания и эксплуатации информационной системы. Особое значение приобретает эта проблема в случае реализации крупных проектов создания корпоративных (интегрированных) информационных систем и построении системной архитектуры предприятия. При этом надо помнить, что наличие на предприятии ИС и создание информационной инфраструктуры экономические результаты не приносит, важно правильно организовать их эксплуатацию. С этой точки зрения, определяющим фактором успеха реализации проекта создания ИС является взаимное понимание между руководством компании и руководством информационной службы, а также адекватный выбор системы и качественное, соответствующее современным стандартам управление информационными ресурсами и предоставлением сервисов ИТ.»[1]

«Эффективность (системы) в широком смысле — это комплексная характеристика системы, отражающая степень ее соответствия потребностям и интересам ее заказчиков, пользователей, других заинтересованных лиц.

Заинтересованными лицами при внедрении ИС на предприятии, как правило, являются: заказчик (руководитель предприятия, представляющий

интересы этого предприятия и потребности пользователей, работающих сданной системой); инвестор (это может и сторонний инвестор, и собственник компании, заинтересованный в максимальной прибыли и минимальном сроке окупаемости); разработчик (само предприятие или приглашенные специалисты, заинтересованные в рентабельности собственного производства, соблюдения графика и уровня затрат).»[1]

«Приведенное выше определение позволяет единообразно, с единым набором принципов и общих критериев, подходить как к эффективности конкретной информационной система, или эффективности применения ИТ на предприятии в целом, так и к оценке эффективности при однозначном доминировании финансовых целей (у инвестора), а также в тех случаях, когда наиболее существенными являются социальные или иные значимые неэкономические цели. Такие ситуации встречаются в жизненных циклах развития, как коммерческих компаний, так и государственных организаций, особенно при реализации процессов информатизации.

На предприятии потребности и интересы заинтересованных лиц состоят как минимум в том, чтобы получить конкретные полезные эффекты от использования системы. В случае создания на предприятии современной информационной инфраструктуры в число заинтересованных в ее ресурсах лиц, кроме заказчиков решения (которыми могут быть руководители нескольких подразделений и высшее руководство, распределяющее бюджет), обычно входят пользователи, операторы системы и ее разработчики. Традиционно считается, что заказчик определяет потребности бизнеса в информационных ресурсах, необходимых для поддержки бизнес-процессов, и на основе этих потребностей осуществляется выбор или создание ИТ-решения.»[1]

«Однако это не всегда так. Например, игнорируется факт наличия у заказчиков еще и каких-то других интересов по отношению к ИТ-решению, которые надо распознавать, или не замечаются интересы пользователей и операторов, из-за чего уже созданная система может быть принята на

предприятию негативно. А это нередко ведет к провалу проекта. Более того, потребности и интересы разных заинтересованных лиц могут противоречить друг другу, и это также надо уметь учитывать при определении тех эффектов или результатов, которые ИТ-решение должно обеспечить, и тех затрат, которые можно понести ради получения этих результатов.

Итак, чтобы оценить эффективность ИТ, надо как минимум: определить реальные полезные результаты, в том числе финансовые, которые могут быть получены предприятием, а также другими заинтересованными лицами (например, инвесторами, собственниками, контрагентами и др.); обозначить финансовые, кадровые и другие ограничения, такие как время, за которое эффекты должны быть получены; определить степень соответствия получаемых полезных эффектов желаемым, а также уровень выполнения существующих ограничений для каждого альтернативного варианта применения ИТ на предприятии; выбрать вариант ИТ-решения, который позволит наиболее адекватно обеспечить полезные эффекты, причем с минимальными затратами ресурсов всех видов.»[1]

«С позиции самого предприятия эффективная информационная система должна предоставлять качественные информационные сервисы по приемлемой цене всем бизнес-подразделениям, а бизнес-подразделения, в свою очередь, правильно использовать все услуги ИС.

Кроме того, информационная система, как уже говорилось, должна отражать реальные потребности заинтересованных лиц, которые с течением времени могут быстро и существенно изменяться. Поэтому еще один ключевой принцип – эффективность ИС нужно рассматривать в привязке к конкретному периоду времени, а информационная инфраструктура должна развиваться вместе с изменениями в бизнесе и соответствовать текущим и стратегическим целям функционирования предприятия.»[1]

Расчет экономической эффективности проекта целесообразно выполнить по методике сравнительной оценки двух вариантов:

- базового, в рамках которого деятельность по управлению комплектованием запасными частями выполняется без автоматизированной системы;
- проектного, в рамках которого комплектование запасными частями выполняется с использованием информационной системы, позволяющей автоматизировать процессы учета прихода и расхода запасных частей и управления нормами запаса на складе.

Относительно изменение расчетных затрат при переходе от базового к проектному варианту составит экономическую эффективность проекта. В проектном варианте.

#### 4.2 Расчет фактических затрат на реализацию проекта

Человеческие ресурсы, задействованные в работах по разработке, внедрению и сопровождению информационной системы управления комплектованием запасными частями будут состоять из специалистов внешней организации, которая специализируется на разработке информационных систем подобного типа. Также в проекте будут принимать участие специалисты заказчика. Ориентировочная трудоёмкость для каждого их участников проекта приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Трудоёмкость участников проекта автоматизированной системы

Участник	Часовая ставка, руб.	Общий объем работ по проекту, часов	Расходы на заработную плату с учетом ЕСН, руб
Руководитель проекта	625	80	65000
Системный аналитик	500	28	18200
Программист	500	250	162500
Технический писатель	375	32	15600
Специалист по ремонту, Специалист по закупкам	250	10	3250
Главный инженер	250	8	2600
Итого	–	408	267150

Капитальные затраты  $K = 267150$  рублей назначены с учетом того, что разработка будет проведена на бесплатном программном обеспечении и на технических средствах которые есть на предприятии.

### 4.3 Расчет ожидаемого экономического эффекта от использования результатов проекта

Временные трудозатраты специалиста по закупкам показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Временные трудозатраты специалиста по закупкам

Операция	Суммарное время до автоматизации, часов в год	Суммарное время после автоматизации, часов в год	Экономия, ч
Анализ данных по остаткам запасных частей	12	6	6
Анализ данных по расходу запасных частей	50	12	38
Обоснование и согласование корректировки норм запаса на складе	100	12	88
Итого:	162	30	132

Информационной системой пользуются 4 специалиста по закупкам. При часовой ставке 250 рублей в час, с учетом ЕСН экономия от снижения трудоемкости составит  $\mathcal{E}_{тр} = 171600$  рублей в год.

Годовая экономия от внедрения автоматизированной системы:

$$\mathcal{E}_z = \mathcal{E}_{тр} - C_v. \quad (1)$$

Годовая экономия  $\mathcal{E}_z = 9360$  рублей.

Диаграмма, показанная на рисунке 19 показывает существенное снижение трудоемкости работы специалиста по закупкам.



Рисунок 19 - Снижение трудоемкости с внедрением информационной системы

Срок окупаемости проекта рассчитан по формуле

$$T_{ок} = K / \Delta z. \quad (2)$$

Срок окупаемости проекта составляет 3 года.

Выводы по разделу.

Выполнен расчет экономической эффективности информационной системы управления комплектованием запасными частями.

По результатам расчетов проект обладает экономической эффективностью и окупится за 3 года.

## Заключение

В работе выполнена разработка информационной системы автоматизированного учета комплектования запасными частями

На основании описания деятельности строительной организации и ее организационной структуры разработана процессная модель, описывающая основные бизнес-процессы, связанные с ремонтом и обслуживанием оборудования и инструмента. Деятельность по ремонту и обслуживанию оборудования описана с использованием методологии IDEF0. Детально рассмотрена модель процесса обеспечения запасными частями. Определены пути повышения эффективности обеспечения запасными частями за счет автоматизации процесса комплектования.

Разработана модель процесса комплектования запасными частями с использованием информационной системы.

В процессе моделирования информационной системы управления комплектованием запасными частями разработана диаграмма вариантов использования, на которой выделены основные классы пользователей и представлены варианты использования информационной системы.

Детализация вариантов использования use case диаграммы выполнена с помощью диаграмм деятельности, на которых показаны алгоритмы комплектования запасными частями и ввода данных по расходу.

На основании разработанных требований к системе управления комплектованием запасными частями выполнено календарное планирование проекта, определен состав участников проекта и разработан календарный план работ.

Выполнено исследование достоинств и недостатков компьютерных архитектур, на основании которого для информационной системы управления комплектованием запасными частями выбрана клиент-серверная архитектура.

Выделены основные сущности и их атрибуты, на основании чего разработана концептуальная модель данных.

В качестве типа базы данных выбрана реляционная модель. Исходя из реляционной модели представления данных разработана логическая модель базы данных.

Проведен выбор системы управления базами данных и построена физическая модель базы данных для СУБД MySQL.

Разработано технологическое обеспечение задачи и составлены диаграммы компонентов и диаграммы развертывания.

Показан пример работы информационной системы, содержащий входные и выходные формы.

Выполнен расчет экономической эффективности информационной системы управления комплектованием запасными частями.

По результатам расчетов проект обладает экономической эффективностью и окупится за 3 года.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Анисифоров А.Б., Анисифорова Л.О. Методики оценки эффективности информационных систем и информационных технологий в бизнесе: учебное пособие [Электронный ресурс]. URL: <https://elibr.spbstu.ru/dl/2/3876.pdf/download/3876.pdf> (дата обращения: 12.09.2023).
2. Использование диаграммы вариантов использования UML при проектировании программного обеспечения [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/566218/> (дата обращения: 24.09.2023).
3. Казиев, В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем: учебное пособие. Москва, Саратов: Интернет Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. 270 с.
4. Корпоративный сайт Creatly [Электронный ресурс] : UML Diagram Types Guide: Learn About All Types of UML Diagrams with Examples URL: <https://creately.com/blog/diagrams/uml-diagram-types-examples/> (дата обращения 19.09.2023).
5. Ларман К.Ф. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования М: Диалектика; Москва, 2016. – 736с.
6. Моделирование данных: обзор [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/556790/> (дата обращения: 11.09.2023).
7. Носова, Л. С. Case-технологии и язык UML: учебно-методическое пособие. Челябинск, Саратов: Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа, 2019. 67 с.
8. Описание системы NERPA EAM [Электронный ресурс] URL: <https://soware.ru/products/nerpa-eam> (дата обращения 29.09.2023)
9. Описание системы EAMcloud [Электронный ресурс] <https://soware.ru/products/eamcloud> (дата обращения 29.09.2023)
10. Описание системы F5 PMM [Электронный ресурс] URL: <https://soware.ru/products/f5-pmm> (дата обращения 29.09.2023)

11. Описание системы IBS EAM [Электронный ресурс] URL: <https://soware.ru/products/ibs-eam> (дата обращения 29.09.2023)
12. Описание системы Planny24 [Электронный ресурс] URL: <https://soware.ru/products/planny24> (дата обращения 29.09.2023)
13. Описание системы Планадо [Электронный ресурс] URL: <https://soware.ru/products/planado> (дата обращения 29.09.2023)
14. Стешин, А. И. Информационные системы в организации: учебное пособие. Саратов: Вузовское образование, 2019. 194 с.
15. Тараканов О.В. Базы данных. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». ООО «Научно-издательский центр ИНФРАМ»; Москва, 2019. 304 с.
16. Теория и практика UML. Диаграмма деятельности [Электронный ресурс]. URL: [http://www.it-gost.ru/articles/view\\_articles/96](http://www.it-gost.ru/articles/view_articles/96) (дата обращения: 12.09.2023).
17. A Guide to the Entity Relationship Diagram (ERD) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.databasestar.com/entity-relationship-diagram/> (дата обращения: 24.09.2023).
18. Date C. J. Database Design and Relational Theory: Normal Forms and All That Jazz Paperback, O'Reilly Media, 2019. 472 p.
19. ISO/IEC/IEEE 31320-2:2012 Information technology. Modeling Languages. Part 2: Syntax and Semantics for IDEF1X [Электронный ресурс]. <https://www.iso.org/standard/60614.html> (дата обращения: 14.09.2023).
20. MySQL Technical Specifications [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mysql.com/products/enterprise/techspec.html> (дата обращения: 29.09.2023).
21. MySQL Workbench [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mysql.com/products/workbench/> (дата обращения: 19.09.2023).