

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математической кибернетики и компьютерных наук

**РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО УПРАВЛЕНИЮ
РЕМОНТАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 5 курса 551 группы
направления 09.03.04 — Программная инженерия
факультета КНиИТ
Хорошеньковой Ольги Валерьевны

Научный руководитель
доцент, к. ф.-м. н.

М. И. Сафрончик

Заведующий кафедрой
к. ф.-м. н., доцент

С. В. Миронов

Саратов 2026

ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии играют важную роль в оптимизации процессов в различных сферах деятельности, включая ремонтно-эксплуатационное обслуживание, осуществляемое внутри организаций.

Ключевым инструментом процесса управления ремонтами является работа с заявками-нарядами. Создание автоматизированного решения для внутреннего управления заявками на ремонты позволяет оптимизировать основные процессы, минимизировать человеческий фактор, ускорить обработку данных и обеспечить прозрачность работы.

Такое решение предоставляет сотрудникам возможность быстро подавать заявки на ремонт или обслуживание, а руководителям отделов — оперативно обрабатывать заказы и формировать заявки-наряды для подразделений, ответственных за выполнение работ. Исполнители же получают актуальную информацию о задачах и могут отчитываться о статусе выполнения работ.

С экономической точки зрения, внедрение автоматизированной системы управления ремонтами позволяет:

- уменьшить издержки на обработку заявок, снизить использование бумажного документооборота и минимизировать ошибки;
- оптимизировать ресурсы компании, включая трудозатраты персонала, ответственного за планирование и выполнение ремонтных работ;
- повысить производительность труда;
- увеличить эффективность работы благодаря более скоординированному взаимодействию между подразделениями.

Кроме того, автоматизация процессов позволяет компании эффективно анализировать данные, связанные с ремонтами, что упрощает принятие управленческих решений.

Актуальность выпускной квалификационной работы обусловлена необходимостью повышения эффективности работы общества с ограниченной ответственностью «Энгельсское Приборостроительное Объединение «Сигнал», снижения затрат и улучшения качества внутренних сервисов, что в конечном итоге способствует повышению общей конкурентоспособности бизнеса.

Целью выпускной квалификационной работы является реализация информационной системы по управлению ремонтами на предприятии ООО ЭПО «Сигнал», обеспечивающей автоматизацию процессов создания, обработки и

контроля исполнения заявок. Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- изучение понятия заявок-нарядов как инструмента управления ремонтами и роли их автоматизации для предприятия;
- анализ существующих на рынке информационных систем – их стоимость и функционал;
- исследование теоретических основ создания собственного решения;
- изучение показателей NPV и EAA и их роли в задаче о своевременной замене оборудования;
- составление технического задания на основе требований исследуемого предприятия;
- проектирование архитектуры и функционала приложения по управлению ремонтами;
- определение программных инструментов и реализация собственной информационной системы по управлению ремонтами.

Практическая значимость бакалаврской работы заключается в разработке информационной системы по управлению ремонтами и ее внедрении на предприятии ООО ЭПО «Сигнал». Информационная система способствует сокращению временных и финансовых затрат, снижению бумажного документооборота, оптимизации трудозатрат персонала, выполняющего ремонтные работы, повышению производительности труда, а также скоординированному взаимодействию между подразделениями.

Бакалаврская работа состоит из введения, 2 разделов, заключения, списка использованных источников, семи приложений и цифрового носителя. Общий объем работы — 106 страниц, из них 78 страниц — основное содержание, включая 59 рисунков и 2 таблицы, список использованных источников информации — 21 наименование.

1 Теоретические основы и инструменты автоматизации управления ремонтами на предприятии

1.1 Краткая характеристика предприятия ООО ЭПО «Сигнал» г. Энгельс

Энгельское приборостроительное объединение «Сигнал», является одним из крупнейших в Саратовской области градообразующим приборостроительным предприятием. Первое упоминание о предприятии приходится на 1924 год, когда предприятие, носящее название «Авиаприбор», начало серийное производство приборов. 23 октября 1941 года завод был эвакуирован в город Энгельс. Самостоятельным предприятие фактически стало 1 июля 1951 года.

В настоящее время ООО ЭПО «Сигнал» производит продукцию по четырем направлениям: приборную продукцию, общепромышленное оборудование, газорегулирующее оборудование и приборы учета газа.

1.2 Понятие заявок-нарядов как инструмента управления ремонтами и роль их автоматизации для предприятия

Заявка-наряд (или заказ-наряд) - управленческий и учетный документ, который предназначен для организации процесса выполнения работ. Это документ, фиксирующий задание на выполнение конкретных работ, необходимые ресурсы, сроки, а также ответственных исполнителей. Заявка-наряд применяется в самых различных сферах: от ремонта техники и строительства до обслуживания зданий и ремонта машин.

Заявка-наряд состоит из следующих ключевых элементов: название и описание работы (услуги), сроки выполнения, стоимость работы (услуги), используемые материалы и ресурсы, ответственные лица за выполнение задания.

Функции заявок-нарядов: планирование (используются для планирования производственных процессов и распределения ресурсов); контроль выполнения работ, соблюдения сроков и соответствия качеству; учет (служат основой для ведения бухгалтерского учета затрат на оказание услуг); анализ (обеспечивают данные для анализа производительности, выявления узких мест и оптимизации процессов).

Процесс создания заявки-наряда включает в себя несколько этапов: идентификация потребностей, описание работы (что именно должно быть сделано, какие материалы и оборудование необходимы, а также сроки выполнения),

оценка стоимости, назначение ответственных лиц, составление и утверждение заявки-наряда, выполнение и контроль, закрытие заявки-наряда, проведение бухгалтерского учета.

На предприятиях, где автоматизация отсутствует или внедрена частично, часто возникают различного рода ошибки при работе с заявками-нарядами. Автоматизированные системы по управлению ремонтами позволяют устранить эти проблемы. Они оптимизируют временные затраты, минимизируют вероятность допущения ошибок при анализе и обработке данных, автоматически формируют отчеты, что позволяет сократить количество сотрудников, занимающихся подготовкой отчетов, или переключить уже имеющихся на другие задачи. Не менее важным достоинством автоматизированных систем является интеграция с другими бизнес-процессами: бухгалтерским учетом, складским учетом, управлением персоналом, что создает целостную информационную среду, синхронизирующую подразделения предприятия и повышающую общий уровень координации.

1.3 Сравнительная характеристика готовых решений для автоматизации управления ремонтами

На рынке представлено множество готовых решений, каждое из которых предлагает уникальные функции и возможности.

1. 1С: ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования («1С», «Деснол Софт»)

В зависимости от версии «1С: ТОИР» имеет разный функционал. Основные возможности «1С: ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования»: ведение графиков планово-предупредительных ремонтов (ППР); создание ремонтных заявок, в которые можно включать только требуемые материалы и операции, утвержденные в спецификациях и технологических картах; формирование нарядов на выполнение ремонтных работ на основе заявок; формирование актов выполненных работ; в систему бухгалтерского учета передаются документы для отражения факта ремонта в бухгалтерском учете.

Основные возможности «1С: ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования КОРП»: сбор и поддержание в актуальном состоянии информации об оборудовании, его характеристиках, нормативах ремонта; планирование потребности в материальных, трудовых и финансовых ресурсах, необходимых для обеспечения сохранности и поддержания нормативного уровня

работоспособности оборудования; мобильное приложение для ремонтных бригад для: удаленного получения заданий на ремонты и отчета по выполненным работам; регистрации дефектов, учета наработки, контролируемых показателей.

2. Галактика EAM («Галактика»). Основные возможности: управление активами, запчастями и материалами, ремонтным персоналом, финансами, встроенный инструментарий настройки отчетов, KPI показателей, дашбордов без программирования, использование 3-х типов клиентов: desktop-клиент, web-клиент и мобильный клиент (мобильная платформа), работа с различными СУБД (Tantor, PostgresPro).

3. Global-EAM («Бизнес Технологии»). Основные возможности: возможность создания электронного паспорта объекта, по которому можно узнать нормативно–справочную информацию, историю выполненных работ, зафиксированных неисправностей, замененных запчастей, составление графиков ППР и обеспечение контроля за их соблюдением, контроль затрат на ремонты, работа системы с разными операционными системами, включая AstraLinux, в качестве СУБД используется PostgreSQL.

Вышеописанные готовые решения имеют множество преимуществ. Однако, у готовых решений есть некоторые недостатки: высокая стоимость, функционал, который не полностью удовлетворяет требованиям бизнеса, недостаточный уровень квалификации пользователей. Такие недостатки могут подтолкнуть компании на создание собственных средств автоматизации.

1.4 Теоретические основы разработки собственного приложения

Первый этап – анализ текущих процессов и потребностей - включает в себя сбор требований и пожеланий от всех заинтересованных сторон, а также изучение текущих бизнес–процессов предприятия для выявления особенностей и узких мест. Для систематизации и визуализации собранной информации на данном этапе формируются графические модели. В данной выпускной квалификационной работе были разработаны модели «Как есть» и «Как будет» процесса управления ремонтами с помощью нотации BPMN, поскольку с помощью нее можно наиболее точно описать архитектуру любого процесса.

Второй этап - системный анализ и формирование требований к информационной системе. После того, как были выявлены узкие места бизнеса и потребность в автоматизации, осуществляется визуализация устройства и функций

информационной системы с помощью UML-диаграмм. В ходе данной работы были разработаны диаграмма прецедентов, диаграмма классов, диаграмма последовательности, диаграмма компонентов.

Третий этап – проектирование архитектуры приложения - включает в себя определение основных модулей и компонентов. Необходимо определить, какая архитектура подойдет больше всего: многослойная, многоуровневая, сервис – ориентированная или микросервисная. Для приложения по автоматизации системы управления ремонтами с небольшим количеством пользователей (не более 100 сотрудников) и небольшим объемом данных была выбрана клиент-серверная двухуровневая архитектура. Это позволяет ускорить запросы за счёт отсутствия промежуточного слоя, упростить систему, снизить количество точек отказа и затраты на оборудование.

Четвертый этап – выбор инструментов. На этом этапе необходимо подобрать язык программирования, убедиться, что выбранные технологии легко интегрируются с уже имеющимися системами и инструментами на предприятии.

Для реализации информационной системы по управлению ремонтами были использованы следующие программные средства:

- языки программирования C# и Python;
- система управления базами данных Microsoft SQL Server;
- для создания установочных пакетов WIX Toolset v3.11;
- для создания отчетов со сложной группировкой данных Microsoft Report Viewer;
- класс Chart из библиотеки графиков Windows Forms Chart Control для визуализации отчетов;
- для работы с файлами Excel Microsoft.Office.Interop.Excel;
- элемент WebBrowser библиотеки Windows Forms для реализации системы сообщений и уведомлений.

На пятом этапе разрабатывается код приложения. Разработка начинается с базовых модулей, которые постепенно соединяются в единую систему, после чего проводится обязательная проверка корректности работы. Также важно подумать над разделением ролей пользователей и защитой их паролей. Для обеспечения безопасности паролей пользователей был выбран алгоритм хеширования Vcrypt.

1.5 Роль показателей NPV и EAA в задаче о своевременной замене оборудования

Определение оптимального момента для замены оборудования является одной из главных и сложных задач для руководства любого предприятия. Руководство предприятия сталкивается с выбором одного из вариантов: продолжать эксплуатировать старое оборудование (не влечет за собой немедленных крупных капитальных вложений, однако ведет к постоянному росту операционных затрат) или приобрести новое оборудование (решение требует значительных разовых инвестиций, но в дальнейшем обеспечивает снижение операционных расходов и повышение качества и количества выпускаемой продукции).

Исходя из этого, можно сделать вывод, что задача о своевременной замене оборудования заключается в нахождении оптимального момента времени для вывода старого актива из эксплуатации и покупки нового с целью обеспечения компании максимальной экономической выгоды.

Для решения данной задачи применяются методы инвестиционного анализа. Инвестиционный анализ - набор инструментов и подходов для оценки эффективности вложений с целью получения прибыли и минимизации рисков. Для оценки эффективности каждого из решений используются показатели чистой приведенной стоимости (NPV - Net Present Value) и эквивалентного годового аннуитета (EAA - Equivalent Annual Annuity).

NPV показывает абсолютную величину экономического эффекта от инвестиционного решения. Данный показатель представляет собой сумму всех ожидаемых денежных потоков (как притоков, так и оттоков), приведенных к текущему моменту времени с учетом рисков и изменения стоимости денег.

EAA показывает, сколько в среднем денег (с учетом дисконтирования - в пересчете на текущую стоимость) проект приносит или требует каждый год. У нового оборудования существует свой пик эффективности - год, когда EAA будет максимальным. У старого оборудования, как только расходы на его ремонт будут повышаться, EAA будет снижаться. Таким образом, оптимальный момент замены оборудования возникает, когда старое оборудование в год начнет приносить денег меньше, чем максимально возможная годовая эффективность нового оборудования.

2 Описание разработанного приложения по управлению ремонтами DEX Fix

На основе Технического задания предприятия ООО ЭПО «Сигнал» было создано приложение по управлению ремонтами в цехе 21 «Водо-теплоснабжения» - «DEX Fix». Аббревиатура DEX с английского языка означает Data Economics eXpress - скорость экономических данных, а слово Fix - ремонты. Это означает, что было создано программное обеспечение, сочетающее в себе функции управления ремонтной деятельностью и экономического анализа.

В системе реализованы следующие функциональные модули: «Модуль аутентификации», «Модуль управления заявками-нарядами», «Модуль управления дефектами и материалами», «Склад и остатки ТМЦ», «Модуль управления сотрудниками», «Модуль отчетов», «Модуль управления оборудованием», «Чат техподдержки», «Модуль обновления и технической поддержки состояния системы». В системе определено 3 роли: «Администратор», «Пользователь» и «Пользователь - Диспетчер». В зависимости от своей роли пользователям доступны разные возможности системы.

В модуле аутентификации для первого входа в систему, администратор должен выдать пользователю временный пароль. В справочнике «Пользователи» администратор выделяет нужного пользователя и нажимает «Сбросить пароль». После подтверждения генерируется случайный 8-символьный пароль, который сохраняется в базе данных и копируется в буфер обмена для передачи пользователю. Получив его, пользователь задает собственный пароль, который хешируется алгоритмом bcrypt, сохраняется в базе данных и открывает доступ к системе. Если пользователь уже зарегистрирован, то после заставки появляется окно входа, где он вводит свой постоянный пароль.

В модуль управления заявками-нарядами все пользователи могут выполнять CRUD-операции над заявками вне зависимости от своей роли, а также просматривать список заявок, согласовывать заявки, утверждать аварийные заявки, а также прикреплять файлы (фотографии выполненной работы). Только диспетчеры могут назначать исполнителей и устанавливать работы по заявке. Управление заявками-нарядами реализовано через две вкладки: «Заявки входящие» и «Созданные заявки». Вкладка «Созданные заявки» позволяет отследить заявку на любом этапе её жизненного цикла. Вкладка «Заявки входящие» отображает заявки, требующие действий пользователя. Основные этапы жизненного

цикла заявки-наряда: создание заявки, заполнение плановой части, согласование, отмена (опционально), заполнение фактической части, оценка качества выполнения работ, подписание и сдача в бухгалтерию.

В модуле управления дефектами и материалами все пользователи могут просматривать материалы и дефекты по заявке, но только диспетчеры могут указывать дефекты, а также плановые и фактические материалы, требуемые для устранения указанных дефектов.

В модуле «Склад и остатки ТМЦ» все пользователи могут просматривать остатки на складе и обновлять таблицу остатков, но только администратору доступно импортирование данных об остатках на складе цеха 21 из файлов Excel.

Модуль управления сотрудниками доступен только администратору системы. В данном модуле администратор может редактировать данные пользователей, а также загружать данные о фактической заработной плате сотрудников цеха 21, на основе которых строятся отчеты «О заработной плате работников» и «Об исполнении заявок-нарядов».

В модуле отчетов диспетчеры и администраторы могут формировать различные отчеты.

- Отчет «О заработной плате работников». Данный отчет позволяет оценить интенсивность труда исполнителей. К тому же можно определить, насколько качественно сотрудник выполняет работу по оценкам, которые он получил и скорректировать показатели его мотивации. А также данный отчет отражает, сколько бы получил работник за свой труд при сдельно-премиальной оплате труда. Это необходимо, чтобы понимать, что предприятие не переплачивает работникам в текущей ситуации, когда фактически рабочие 21 цеха находятся на повременно-премиальной оплате труда.
- Отчет «Об исполнении заявок-нарядов». Информация, представленная в отчете, позволяет понять, из чего складывается стоимость на ремонт. Также имеется возможность проанализировать, на какие подразделения относятся наибольшие затраты на ремонт, какие работы выполняются чаще всего. Номенклатура работ и данные об оценках позволят понять, какие виды ремонта являются наиболее затратными для предприятия, а также выявить работы, по которым наблюдаются низкие оценки качества. Это

может указывать на недостаточную квалификацию сотрудников в некоторых направлениях.

- Отчет «Анализ продолжительности ремонтов». Отражает плановое и фактическое время ремонта оборудования и позволяет контролировать потери от простоев.
- Отчет «Анализ дефектов оборудования». Отражает частоту дефектов по единицам, группам или всему парку за период. Дефекты с наибольшей долей являются источниками высоких затрат. Учитывая самые частые дефекты, начальники могут заранее формировать заявки на запасы материалов и запчастей.
- Отчет «План-фактный анализ ППР» отражает плановое и фактическое исполнение планово-предупредительных ремонтов выбранного оборудования. Помесячные отметки плановых и фактических ремонтов по выбранной единице оборудования показывают, какие ремонты были выполнены вовремя, какие не были совершены или были перенесены. Это позволяет оценить дисциплину исполнения ремонтного графика.
- Отчёт «NPV/ЕАА» анализирует целесообразность замены оборудования через график NPV и ЕАА для старого и нового оборудования. NPV отражает суммарный чистый денежный поток за срок эксплуатации, а ЕАА пересчитывает его в эквивалентный ежегодный денежный поток. Оптимальный момент замены наступает, когда ЕАА старого оборудования падает ниже максимального ЕАА нового — это значит, что обслуживание стало слишком дорогим и выгоднее купить новое оборудование.

В модуле управления оборудованием администратор и диспетчеры могут выполнять CRUD-операции, устанавливать график ремонтов и заносить данные для отчета «NPV/ЕАА».

При работе с чатом техподдержки пользователи имеют возможность отправлять сообщения и файлы, скачивать файлы, просматривать сообщения, получать уведомления. Администратору чата доступны все функции модуля.

В модуле «Обновления и технической поддержки состояния системы» пользователь может отправить разработчику отчёт об ошибке. Разработчик исправляет ошибки, разрабатывает новые функции и выпускает обновление. Системная служба проверяет и предлагает установить обновления, а также проверяет новые сообщения и уведомления о смене статуса заявок-нарядов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной выпускной квалификационной работы была реализована информационная система по управлению ремонтами «DEX Fix», которая обеспечивает автоматизацию процессов создания, обработки и контроля исполнения заявок-нарядов на ремонтно-эксплуатационное обслуживание.

Внедрение данного решения позволяет минимизировать влияние человеческого фактора, ускорить обработку данных и обеспечить эффективное взаимодействие между подразделениями. Благодаря этому руководители подразделений получают возможность быстро подавать заявки-наряды на ремонт или обслуживание и направлять их подразделениям-исполнителям на выполнение работ. Исполнители получают актуальную информацию о задачах и имеют возможность отчитываться о статусе выполнения работ.

С экономической точки зрения, разработанное приложение способствует сокращению временных и финансовых затрат за счет уменьшения издержек на обработку заявок, снижения бумажного документооборота, оптимизации трудозатрат персонала, ответственного за выполнение и планирование ремонтных работ, повышения производительности труда, а также скоординированного взаимодействия между подразделениями.

В рамках данной работы были поставлены и решены следующие задачи:

- изучение понятия заявок-нарядов как инструмента управления ремонтами и роли их автоматизации для предприятия;
- анализ существующих на рынке информационных систем – их стоимость и функционал;
- исследование теоретических основ создания собственного решения;
- изучение показателей NPV и EAA и их роли в задаче о своевременной замене оборудования;
- составление технического задания на основе требований исследуемого предприятия;
- проектирование архитектуры и функционала приложения по управлению ремонтами;
- определение программных инструментов и реализация собственной информационной системы по управлению ремонтами.

Приложение внедрено в операционную деятельность предприятия ООО ЭПО «Сигнал», что подтверждается справкой о внедрении.