

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 кафедры)

09.04.03 Прикладная информатика

(код и наименование направления подготовки)

Информационные системы и технологии корпоративного управления

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Методы и средства автоматизации управления заказами ремонтного
подразделения предприятия химической промышленности»

Студент

А.С. Кузнецов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

О.М. Гуцина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы д.т.н., доцент, С.В. Мкртычев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент, А.В. Очеповский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| Глава 1 АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ РЕМОНТНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ..... | 7 |
| 1.1 Постановка задачи управления эффективностью ремонтного подразделения предприятия химической промышленности | 7 |
| 1.2 Механизмы управления эффективностью ремонтных подразделений предприятий химической промышленности | 9 |
| 1.3 Описание бизнес-процесса технического обслуживания и ремонта химического оборудования..... | 15 |
| Глава 2 АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ЗАКАЗОВ РЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ..... | 21 |
| 2.1 Анализ методов автоматизации электронного документооборота заказов ремонтного предприятия..... | 21 |
| 2.2 Модель системы электронного документооборота заказов ремонтного предприятия..... | 26 |
| 2.3 Формулировка требований к функциональности системы электронного документооборота заказов ремонтного подразделения предприятия химической промышленности..... | 30 |
| 2.4 Анализ и выбор средств автоматизации электронного документооборота заказов ремонтного подразделения предприятия химической промышленности | 34 |
| 2.3.1 Система Global-EAM для управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования | 37 |
| 2.3.2 Автоматизированная система управления «1С:ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования» | 39 |
| 2.3.3 Система управления производственными активами «Галактика EAM» | 42 |

| | |
|---|----|
| Глава 3 МЕТОДИКА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКАЗАМИ РЕМОНТНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ | 46 |
| 3.1 Анализ существующих методик автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности | 46 |
| 3.2 Разработка методики автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности | 49 |
| 3.2.1 Разработка структуры объектов системы электронного документооборота управления заказами на техническое обслуживание и ремонт химического оборудования | 51 |
| 3.2.2 Разработка алгоритмов управления заказами на техническое обслуживание и ремонт химического оборудования | 53 |
| 3.2.3 Адаптация программного продукта «1С: ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования» | 54 |
| 3.2.4 Интеграция системы электронного документооборота управления заказами в корпоративную информационную систему предприятия химической промышленности | 60 |
| 3.2.5 Функциональное тестирование системы электронного документооборота управления заказами на техническое обеспечение и ремонт химического оборудования | 64 |
| 3.3 Апробация методики тестирования системы электронного документооборота управления заказами на техническое обеспечение и ремонт химического оборудования | 66 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 69 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 71 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А | 76 |

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей ремонтного подразделения современного предприятия химической промышленности является обеспечение непрерывности производственного процесса путем поддержки постоянной работоспособности производственного оборудования при минимальных ремонтно-эксплуатационных издержках.

Рост объемов ремонтных работ, модернизация оборудования и повышение уровня централизации химического предприятия, усиление роли ремонтных подразделений в его структуре обусловили необходимость обеспечения высокой эффективности работы этих подразделений.

Одним из способов решения данной задачи является внедрение в ремонтном подразделении химического предприятия системы управления заказами на ремонт оборудования, эффективность которой зависит от уровня ее автоматизации.

Таким образом, **актуальность магистерской работы** обусловлена необходимостью выбора эффективных методов и средств автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Объектом исследования является ремонтное подразделение предприятия химической промышленности.

Предметом исследования являются методы и средства автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Целью работы является исследование методов и средств автоматизации и разработка на их основе методики, обеспечивающей повышение эффективности управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Гипотеза исследования: применение предлагаемых в работе методов и средств автоматизации обеспечит повышение эффективности управления

заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Для достижения цели и проверки сформулированной гипотезы необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать подходы к управлению эффективностью ремонтных подразделений предприятий химической промышленности.

2. Проанализировать методы и средства автоматизации управления ремонтными подразделениями предприятий химической промышленности.

3. На основе выбранных методов и средств разработать методику автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

4. Подтвердить эффективность предлагаемой методики автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Методы исследования. В процессе исследования были использованы следующие методы: методы управления организационными системами, методы автоматизации электронного документооборота, объектно-ориентированный подход.

Новизна исследования заключается в разработке методики автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Практическая значимость исследования заключается в возможности практического применения предлагаемой методики автоматизации для обеспечения эффективного управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Теоретической основой диссертационного исследования являются научные труды российских и зарубежных ученых, занимающихся проблемами автоматизации управления химическим производством.

На защиту выносятся:

1. Методика автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

2. Результаты проверки эффективности методики автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Публикации. Основные результаты исследования по теме магистерской диссертации отражены в статьях, представленных на научно-практических конференциях [6, 7].

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

В первой главе произведен анализ подходов к управлению эффективностью ремонтных подразделений химической промышленности. Выполнена постановка задачи и проанализированы механизмы управления эффективностью ремонтных подразделений химических предприятий. Описан бизнес-процесс технического обслуживания и ремонта химического оборудования.

Во второй главе проанализированы методы и средства автоматизации управления заказами ремонтных предприятий. Описана модель системы электронного документооборота заказов ремонтного предприятия. Сформулированы требования к функциональности системы электронного документооборота заказов ремонтного подразделения предприятия химической промышленности

Третья глава посвящена разработке методики автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности. Описаны этапы данной методики.

В заключении приводятся результаты исследования.

Работа изложена на 75 страницах и включает 23 рисунка, 15 таблиц, 35 источников.

Глава 1 АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ РЕМОНТНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1.1 Постановка задачи управления эффективностью ремонтного подразделения предприятия химической промышленности

Задача ремонтных служб заключается в том, чтобы справиться с непредсказуемостью и сложностью потребительского спроса. Точный объем и конкретные ресурсы для каждой работы, включая необходимые материалы, запасные части, оборудование, и количество занятых сотрудников, обычно неизвестны до тех пор, пока конкретное оборудование не будет разобрано, и неисправность не будет диагностирована.

Чтобы обеспечить постоянную производительность и прибыльность, ремонтные службы химический предприятий должны иметь возможность работать с высокой эффективностью и гибкостью, чтобы предоставлять клиентам быстрые, надежные и индивидуальные услуги, а также эффективно распределять ресурсы и ремонтное оборудование для сокращения эксплуатационных расходов.

Проблемы управления эффективностью подразделений и служб предприятий химической промышленности, занимающихся техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР) производственного оборудования, рассмотрены в работах российских и зарубежных ученых и специалистов: Кафарова В.В., Шкловского Э.И., Н. Купера и др.

В большинстве работ отмечается зависимость эффективности химических производств от эффективности деятельности ремонтных служб предприятий.

Для оценки эффективности ремонтного подразделения используются различные показатели (KPI), применение которые зависят от типа организационной структуры управления ремонтной службой [15].

Показатели KPI для управления ТОиР подразделяются на следующие группы:

1) показатели эффективности ТОиР, направленные на достижение максимально возможного увеличения времени нахождения оборудования в исправном состоянии при заданном бюджете ТОиР, или максимально возможного уменьшения бюджета при заданном увеличении времени нахождения в исправном состоянии;

2) показатели результативности ТОиР, определяющие снижение доли аварийных работ, уменьшение сроков подготовки аварийных работ, снижение количества возникающих дефектов и отказов, увеличение срока службы оборудования и т.д.;

3) показатели экономичности ТОиР, характеризующие уменьшение норм аварийного и неснижаемого запаса, уменьшение стоимости оборотных средств, «замороженных в запасах», снижение закупочной стоимости материалов и услуг, снижение расходов на персонал и т.д.

В работе [32] отмечается, что несмотря на мониторинг состояния химического оборудования, незапланированные простои продолжают оставаться проблемой, оказывающей значительное влияние на финансовые показатели за счет потери производства и дополнительных затрат на ремонт.

В этой связи обращается внимание на критичность времени, затраченного на ремонт оборудования. В качестве примера рассматривается полимерный процесс. Так, если мешалка реактора выходит из строя, полимер может затвердеть внутри реактора в течение часа или около того. Когда полимер затвердевает, очистка реактора может занять от двух до четырех дней. В дополнение к затратам на техническое обслуживание и очистку, все это потраченное время способствует накоплению производственных потерь [28].

Рассмотрим методику оценки эффективности ремонтного подразделения химического подразделения на основе нормативной продолжительности ТОиР в днях (1.1) [19].

$$T_{\text{тор}} = T_g^{(1+P)/Qgfk_H}, \quad (1.1)$$

где:

P – доля дополнительных работ;
 T_g – трудность работы;
 Q – количество занятых работников;
 g – продолжительность рабочего дня (час);
 f – коэффициент перевода рабочих дней в календарные с учетом отпусков ($f=0.66$);
 k_n – коэффициент выполнения нормы;

Тогда задача обеспечения эффективности ремонтного подразделения может быть сведена к задаче оптимизации вида (1.2):

$$T_{\text{тор}} \rightarrow T_{\text{мин}}, \quad (1.2)$$

где:

$T_{\text{мин}}$ – минимальная продолжительность ТОиР в днях при ограничении на бюджет ремонтного подразделения (1.3):

$$B_{\text{тор}} \leq B_{\text{макс}} \quad (1.3)$$

Выражение (1.2) является постановкой задачи управления эффективностью ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Таким образом, целью управления эффективностью ремонтного подразделения предприятия химической промышленности является реализация механизмов управления, обеспечивающих сокращение сроков ремонта химического оборудования.

1.2 Механизмы управления эффективностью ремонтных подразделений предприятий химической промышленности

Рассмотрим механизмы управления эффективностью ремонтных подразделений предприятий химической промышленности.

В работе [10] предлагаются организационные механизмы управления эффективностью ремонтного подразделения химического предприятия.

На рисунке 1.1 представлена схема рациональной организации ремонтной службы химического предприятия на основе матричной структуры.

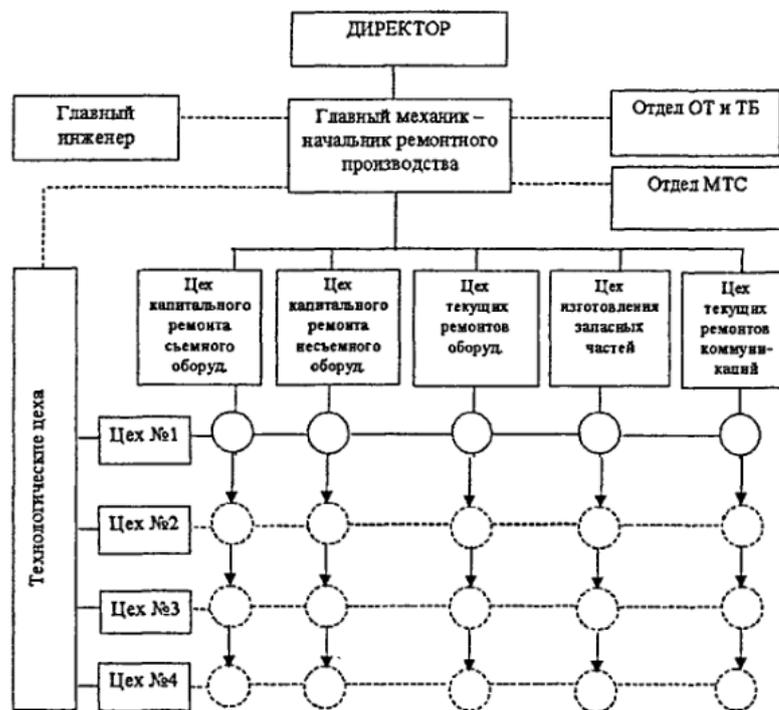


Рисунок 1.1 - Схема рациональной организации ремонтной службы химического предприятия

Однако такой подход требует обеспечения масштабной реорганизации ремонтного предприятия, что связано со значительными материальными затратами.

В зарубежной практике более популярны подходы к управлению эффективностью ТОиР, основанные на методологии управления активами предприятия EAM (Enterprise Asset Management) [25].

Одним из таких подходов является Reliability-centered maintenance RCM (техническое обслуживание, ориентированное на надежность) - это стратегия технического обслуживания на корпоративном уровне, которая реализуется для оптимизации программы технического обслуживания компании или объекта.

Конечным результатом программы RCM является реализация конкретной стратегии обслуживания каждого из активов объекта. Стратегии технического обслуживания оптимизированы таким образом, чтобы производительность завода поддерживалась с помощью экономически эффективных методов обслуживания [35].

Концепция управления активами предприятия (УАП) основана на том, что предприятиям химической промышленности приходится сталкиваться с прогрессирующим старением материальных ценностей (заводов, оборудования, инфраструктур, компонентов зданий, систем связи и трубопроводов, электрических и электронных устройств и т. д.).

Это включает в себя непрерывное и растущее ТОиР, особенно с учетом того, что эффективность активов и, как следствие, качество произведенной продукции напрямую зависят от их УАП включает управление обслуживанием физических активов организации на протяжении жизненного цикла каждого актива.

УАП используется для планирования, оптимизации, выполнения и отслеживания необходимых действий по обслуживанию с соответствующими приоритетами, навыками, материалами, инструментами и информацией.

УАП охватывает кроме всего прочего техническое обслуживание и вывод из эксплуатации или замену установки, оборудования и сооружений. надежности.

Следует отметить, что методология УАП тесно связана с процессным подходом.

Рассмотрим задачи, решаемые основными процессами управления.

В задачи процесса учета оборудования и нормативов входят ведение списка и классификация оборудования, списка нормативных ремонтов и их технологических карт.

Процесс учет показателей эксплуатации обеспечивает учет осмотров оборудования, мониторинг показателей, ведение журнала ремонта оборудования.

Процесс планирования ремонтов решает задачи формирования графика планово-предупредительного ремонта (ППР), заказов (заявок) на проведение ремонтов, планирование потребности в запасных частях и материалах, трудовых ресурсах, формирование бюджета на ремонты.

Процесс управления материально-техническим обеспечением ремонтов (МТО) обеспечивает ведение первичного учета МТО, формирование внутренних заказов, учет затрат.

Процесс управления персоналом обеспечивает ведение персонального списка работников, аттестации и допуски, контроль трудозатрат.

Управление нарядами и работами заключается в подготовке наряд-допусков и на выполнение ремонтных работ, а также учет выполненных работ.

Управление документацией обеспечивает ведение архива документов и других задач.

На рисунке 1.2 представлена типовая модель взаимодействия процессов управления ТОиР.



Рисунок 1.2- Типовая модель взаимодействия процессов управления ТОиР

Среди представленных процессов для решения поставленной задачи наибольший интерес представляют процессы планирования ремонтов и управления нарядами и работами, в рамках которых реализуются два механизма управления – механизмы планирования и контроля.

Задачами система планирования ТОиР являются [30]:

- определение важности заказа на работу;
- определение роли плановиков и бригадиров;

- формирование графика ТОиР;
- управление материальными потоками;
- оценка эксплуатационных расходов и формирование бюджета ТОиР;
- выбор инструментов планирования и формирования графиков ТОиР.

Модель системы управления эффективностью ТОиР планирования и с помощью механизмов контроля изображена на рисунке 1.3.

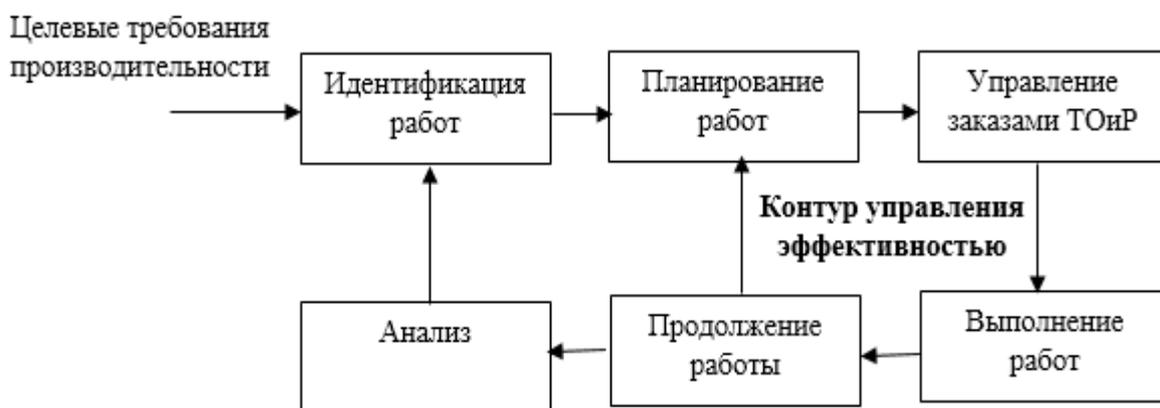


Рисунок 1.3 – Модель системы управления эффективностью ТОиР

Ключевым компонентом данной системы является система (подсистема) управления заказами на ТОиР.

Главная задача этой подсистемы заключается в назначении мастеров и техников для обслуживания заказов и накоплении данных о выполненном ТОиР.

Перечислим функции подсистемы управления заказами на ТОиР:

- реализация механизма планирования и планирования для сложных работ (определение необходимых ресурсов, оценка рабочей силы и затрат);
- управления договорами между техническим обслуживанием и владельцем оборудования;
- авторизация работ и обозначения приоритета;
- реализация механизма сбора затрат на рабочую силу, хранения и контроля заявок, заказов и услуг, взимаемых с единицы оборудования или производственный центр затрат;
- оценка задержек и производительности;
- фиксация и управление невыполненными заказами;

- контроль выполнения ТОиР;
- регистрация приемки выполненных работ;
- предоставление средств для регистрации истории оборудования;
- интеграция с информационной системой управления;
- анализ неудач и эффективности профилактических / прогностических операций;
- формирование отчетности о состоянии рабочих мест, расходах по отделам и типам работа, сравнение фактических и сметных затрат, открытие заказов на работы и т.д.

Среди главных препятствий обеспечения эффективности управления заказами на ТОР можно выделить следующие:

- неадекватность программы профилактического обслуживания, выработанной химическим предприятием;
- проблемы с трудовыми ресурсами (недостаточность квалифицированных кадров, недостаточный надзор за персоналом, некачественное обучение, отсутствие ответственности за выполненную работу);
- недостаточный уровень складского контроль;
- низкая дисциплина планирования;
- недостаточный контроль за исполнением работ;
- неполная или неточная история оборудования;
- отсутствие механизмов контроля времени простоя оборудования в ремонте.

Одним из очевидных способов решения данных проблем является автоматизация системы управления заказами ремонтного подразделения химического предприятия.

Помимо всего прочего автоматизация системы управления заказами позволит снизить влияние человеческого фактора при оценке времени простоя оборудования в ремонте.

1.3 Описание бизнес-процесса технического обслуживания и ремонта химического оборудования

Бизнес-процесс технического обслуживания и ремонта химического оборудования состоит из следующих этапов [27]:

1. Этап «Входной контроль».

Включает следующие операции:

- занести информацию при открытии нового заказа;
- получить информацию о доставке оборудования;
- осмотреть и сфотографировать оборудование;
- занести фотографии в файловый архив;
- найти чертежи;
- подготовить документацию для проведения входного контроля;
- выдать документацию для проведения входного контроля в планово-диспетчерское бюро;
- проанализировать предварительную проработку;
- проанализировать историю;
- получить результаты входного контроля от бюро технического контроля;
- получить результаты входного контроля от центральной лаборатории;
- занести результаты входного контроля в файловый архив;
- выполнить дефектовку оборудования;
- занести дефектовку в файловый архив;
- проанализировать необходимость дополнительного входного контроля (при необходимости);
- согласовать проведение дополнительного входного контроля;
- подготовить документацию для проведения дополнительного входного контроля;
- выдать документацию для дополнительного входного контроля в планово-диспетчерское бюро;

- получить результаты дополнительного входного контроля от бюро технического контроля;
- получить результаты дополнительного входного контроля от центральной лаборатории;
- проанализировать результаты дополнительного входного контроля;
- занести результаты в файловый архив.

2. Этап «Проработка заказа».

Включает следующие операции:

- проанализировать необходимость проработки/изменений от конструкторско-технологического бюро (при необходимости);
- согласовать возможность проработки;
- подготовить заявку на проработку документации;
- выдать заявку на проработку документации в конструкторско-технологическое бюро;
- получить документацию от конструкторско-технологического бюро;
- занести результаты в файловый архив;
- проанализировать необходимость пересчёта стоимости ремонта (при необходимости);
- согласовать пересчёт стоимости ремонта;
- составить перечень дополнительных работ и деталей;
- согласовать пересчёт ценового предложения с заказчиком работ (при необходимости);
- передать информацию и документацию для пересчёта стоимости ремонта технологу (при необходимости);
- передать информацию и документацию для пересчёта стоимости ремонта в планово-диспетчерское бюро (при необходимости);
- получить согласование новой стоимости ремонта;
- занести перечень новый перечень работ и материальные нормы в файловое хранилище;
- составить дефектную ведомость;

- передать технологу документацию для составления предварительной заявки на проработку закупки материалов;
- передать для согласования дефектную ведомость заказчику ремонта;
- передать документацию для предварительной проработки закупки материалов;
- получить согласованную дефектную ведомость;
- занести результаты в файловый архив;
- получить информацию о планируемой дате поставке материалов.

3. Этап «Ремонт».

Включает следующие операции:

- выдать дефектную ведомость в планово-диспетчерское бюро (в работу);
- сформировать пакет ремонтной документации;
- скомплектовать пакет копий архивных чертежей;
- редактировать чертежи;
- разработать недостающие чертежи;
- передать ремонтную документацию технологу;
- выдать ремонтную документацию в планово-диспетчерское бюро;
- выдать ремонтные чертежи;
- выдать комплектовочную ведомость;
- выдать технологические паспорта на детали;
- выдать технологические паспорта на сборки;
- выдать сводную ведомость материалов;
- выдать перечень оснастки.

4. Этап «Выходной контроль».

Включает следующие операции:

- скомплектовать пакет необходимых формуляров и бланков для выходного контроля;
- заполнить информацию о заказе в формулярах и бланках;

- выдать пакет документов для выходного контроля в бюро технического контроля;
- сканировать заполненную карту выходного контроля;
- занести результаты в файловый архив.

Модель бизнес-процесса управления заказами на ТОиР в нотации BPMN изображена на рисунке 1.4.

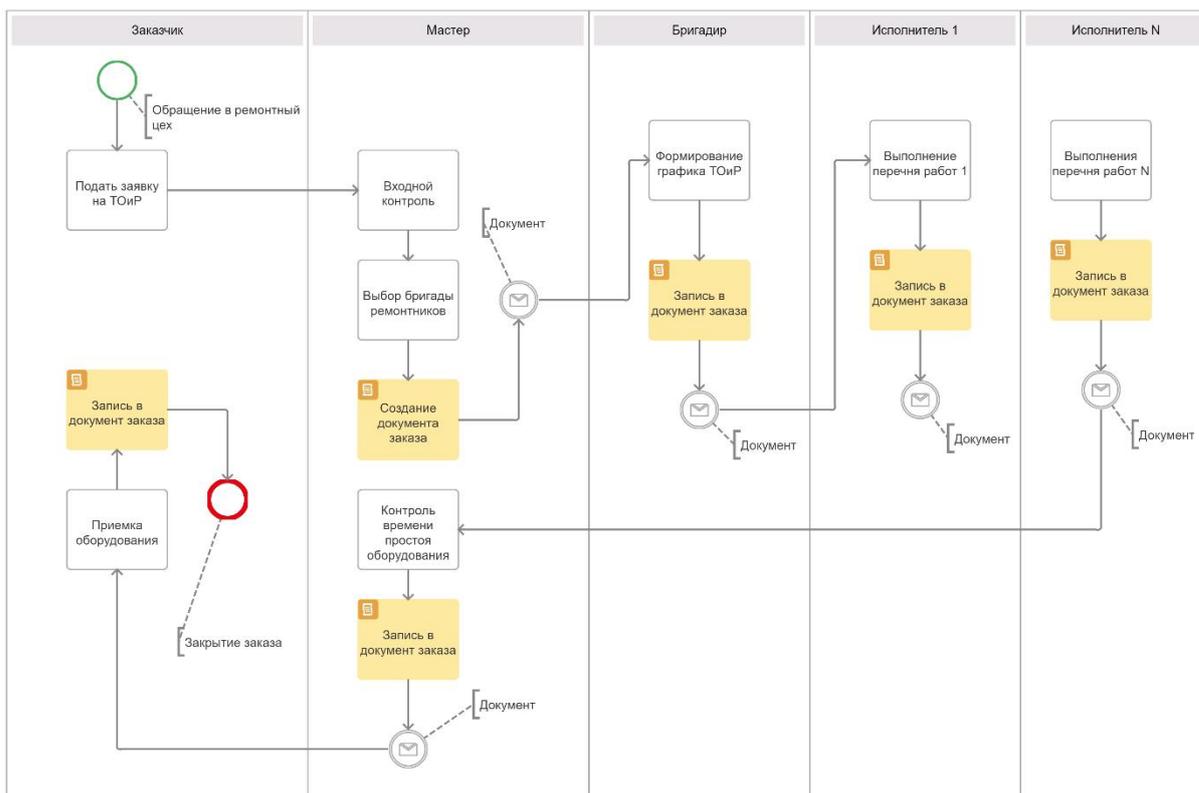


Рисунок 1.4 – Модель бизнес-процесса управления заказами на ТОиР химического оборудования

Следует отметить, что описание бизнес-процесса ТОиР в конкретном ремонтном подразделении химического предприятия может незначительно отличаться от представленного выше.

В таблице 1.1 представлены основные источники сокращения затрат и повышения эффективности при автоматизации ТОиР [26].

Таблица 1.1 - Основные источники сокращения затрат и повышения эффективности при автоматизации ТОиР

| Источник | Результат | Эффект |
|---|---|---|
| Единая общедоступная база по оборудованию и регламентам | Доступ к полным спискам оборудования с историей ремонтов | Возможность анализа и корректировки нормативов и правил обслуживания |
| Широкий горизонт планирования графиков обслуживания | График проведения всех работ по ТОиР с актуальностью до дня. Отсутствие забытых и неучтенных ремонтов | Минимизация простоев оборудования по причине забытых ремонтов |
| Учет фактических остатков запчастей на складе | Прозрачность потребности запчастей | Минимизация случаев задержки ремонтов и, как следствие, минимизация необоснованных простоев |
| Автоматизация графика закупок | Автоматическое составление графиков снабжения по заказам и ремонт | Сокращение затрат на срочные закупки |
| Автоматизация графика снабжения | Обоснованные закупки. Списание на основе закрытия наряда на ремонт | Возможность выставления приоритетов каждого заказа |
| Распределение работ между работниками | Распределение работ с учетом доступных трудовых ресурсов | Возможность отследить индивидуальной загрузки каждого работника |
| Управление заказами | Контроль работы. По каждой работе исполняется заказ-наряд, который подписывается всеми исполнителями и проверяющими | Переход на работу по заказ-нарядам. Персонификация ответственности работников |
| Бюджетирование | Контроль бюджета | Прогнозирование затрат. Автоматизация составления бюджета |

Как следует из представленных рисунков и таблицы, объектом управления в рассматриваемом бизнес-процессе является документооборот заказов на ТОР химического оборудования.

Задача автоматизации управления эффективностью ремонтного подразделения предприятия химической промышленности может быть сведена к задаче автоматизации электронного документооборота управления заказами указанного подразделения.

Выводы к главе 1

1. Для оценки эффективности ремонтного подразделения используются различные показатели, применение которые зависят от типа организационной структуры управления ремонтной службой.

2. Незапланированные простои являются проблемой, оказывающей значительное влияние на финансовые показатели за счет потери производства и дополнительных затрат на ремонт. В этой связи обращается внимание на критичность времени, затраченного на ремонт химического оборудования.

3. Для решения задачи повышения эффективности ТОиР химического оборудования наибольший интерес представляют механизмы планирования и контроля. Ключевым компонентом данной системы управления, реализующей данные механизмы, является подсистема управления заказами на ТОиР.

4. Одним из очевидных способов повышения эффективности системы управления заказами ремонтного подразделения химического предприятия является ее автоматизация, которая обеспечивает снижение влияния человеческого фактора при оценке времени простоя оборудования в ремонте.

5. Задача автоматизации управления эффективностью ремонтного подразделения предприятия химической промышленности может быть сведена к задаче автоматизации электронного документооборота управления заказами указанного подразделения.

Глава 2 АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ЗАКАЗОВ РЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

2.1 Анализ методов автоматизации электронного документооборота заказов ремонтного предприятия

Для управления документооборотом на предприятиях используются системы электронного документооборота (СЭД) [24].

СЭД — это автоматизированная информационная система, позволяющая организовать и автоматизировать работу с электронными документами на протяжении всего их жизненного цикла.

В зарубежной практике решение проблем автоматизации электронного документооборота входит в сферу ECM (Enterprise Content Management) – управления корпоративным контентом.

ECM - это набор определенных процессов, стратегий, методов и инструментов, которые позволяют бизнесу эффективно получать, организовывать, хранить и предоставлять важную информацию своим сотрудникам, заинтересованным сторонам и клиентам в форме электронного документа.

Чтобы отделить себя от конкурентов, некоторые поставщики ECM начинают продавать свои продукты в качестве сервисов управления контентом или платформ управления контентом.

ECM помогает оптимизировать жизненный цикл информации с помощью управления документами и автоматизирует рабочие процессы. Для любой организации с большими объемами контента крайне важно иметь определенный план ECM, чтобы устранить эксплуатационную неэффективность, снизить затраты и придерживаться нормативных требований [29].

ECM предоставляет централизованную платформу, в которой контент может храниться и распространяться в соответствии с нормативными требованиями и инструкциями по управлению рисками.

Полнофункциональные ЕСМ-системы реализуют такие функции, как таксономия контента, возможности аудита, регистрации ввода / вывода и другие элементы управления рабочим процессом и механизмами безопасности.

Типовая ЕСМ-система состоит из следующих компонентов [33]:

1) Захват – компонент, обеспечивающий создание информации путем преобразования бумажных документов в электронные форматы (сканирование), получения и сбора электронных файлов в единую структуру и организации информации. Информация может включать счета, контракты, аналитические отчеты и многое другое.

2) Управление – компонент, который связывает, изменяет и использует информацию с помощью таких средств, как управление документами, программное обеспечение для совместной работы, управление веб-контентом и управление записями.

3) Хранение – компонент, который периодически создает резервные копии часто меняющейся информации в краткосрочной перспективе в рамках гибких структур папок, чтобы пользователи могли просматривать или редактировать информацию.

4) Консервирование – компонент, который выполняет резервное копирование редко изменяющейся информации в среднесрочной и долгосрочной перспективе и обычно выполняется с помощью функций управления записями.

Данный компонент обычно используется в организациях для информационной поддержки государственных или иных нормативных актов.

5) Распространение – компонент, который предоставляет клиентам и конечным пользователям запрошенную информацию.

Следует отметить практическое отсутствие научных работ, в которых рассматриваются методологические основы автоматизации документооборота ТОиР.

Так, в работе [8] проблема управления документооборотом заявок на аварийные и внеплановые работы по ремонту оборудования решается в рамках

конкретного программного комплекса, который обеспечивает поддержку следующих опций:

- регистрация и ведение аварийных и внеплановых работ;
- регистрация дефектов, формирование и ведение работы по устранению дефекта.

При этом в работе отсутствует описание методов автоматизации, положенных в основу предлагаемого решения.

В работе [13] рассматриваются методы и средства автоматизации учрежденческой деятельности.

На рисунке 2.1 изображена функциональная схема управления электронными документами.



Рисунок 2.1 – Функциональная схема управления электронными документами

Под методами автоматизации электронного документооборота в данной работе понимаются методы автоматизации процессов обработки документов, реализуемые компонентами СЭД: хранение информации, навигация, поиск и фильтрация документов.

Такой подход не отражает особенности автоматизации документооборота на конкретном предприятии.

В этой связи более перспективной представляется методология автоматизации электронного документооборота, используемая в ЕСМ.

Для автоматизации электронного документооборота в ЕСМ используются следующие методы:

1) Локальная автоматизация (On-premises).

ЕСМ-система разрабатывается как традиционное программное приложение, которое компании внедрились в своих корпоративных сетях. В этом сценарии каждая отдельная компания управляет и поддерживает как приложение ЕСМ, так и сетевые устройства хранения данных, на которых хранятся данные.

Многие локальные ЕСМ-системы хорошо адаптированы для индивидуальных организационных нужд. Поскольку захват бумажных документов требует использования сканеров или многофункциональных устройств, он обычно выполняется локально. Тем не менее, этот компонент может быть передан на аутсорсинг предприятиям, которые предоставляют услуги сканирования. Эти компании, известные как сервисные бюро, выполняют сканирование и индексацию большого объема документов и возвращают электронные файлы организациям через Интернет или на компакт-дисках, DVD-дисках или других внешних устройствах хранения.

2) Программное обеспечение как услуга (Software as a service, SaaS).

SaaS ЕСМ означает, что вместо развертывания программного обеспечения в собственной сети пользователи получают доступ к приложению и своим данным в режиме онлайн. Он также известен как облачные вычисления, хостинг и по требованию. По мере развития технологий

распространения SaaS компании могут получать те же функции и возможности настройки, что и в локальных приложениях ЕСМ. Доставка SaaS позволяет компаниям быстрее начать использовать ЕСМ, поскольку им не нужно приобретать оборудование или настраивать приложения, базы данных или серверы. Кроме того, организации снижают капитальные затраты, связанные с приобретением аппаратного и программного обеспечения, на ежемесячные эксплуатационные расходы и возможности хранения, которые автоматически растут, чтобы соответствовать растущим запросам компании.

3) Гибридное решение.

Гибридный подход также используется, когда компании хотят управлять своими собственными ЕСМ локально, но при этом предоставляют легкий веб-доступ к определенной информации для деловых партнеров или клиентов, использующих модель SaaS.

Применение гибридного решения оправдано в тех случаях, когда две технологии предоставлены одним и тем же производителем, что обеспечивает полное совпадение функций и интерфейсов.

Для выработки решения о выборе метода автоматизации документооборота заказов на ремонт предприятия химической промышленности использована таблица сравнения методов 2.1.

Таблица 2.1 – Сравнительный анализ методов автоматизации электронного документооборота

| Метод автоматизации электронного документооборота | Преимущества |
|---|---|
| Локальная автоматизация | <ul style="list-style-type: none"> – Полный контроль. – Безопасность. – Простота адаптации. |
| SaaS | <ul style="list-style-type: none"> – Более низкие эксплуатационные расходы. – Низкие требования к квалификации персонала. – Масштабируемость |

На основании результатов анализа принято решение о выборе локальной автоматизации в качестве базового метода автоматизации документооборота заказов ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Главным преимуществом локальной автоматизации в рассматриваемом контексте является обеспечение полного контроля над потоком заказов и простота адаптации СЭД к специфике бизнес-процесса управления заказами на конкретном ремонтном предприятии.

2.2 Модель системы электронного документооборота заказов ремонтного предприятия

Моделирование является ключевой стадией проектирования СЭД.

Кроме того, наличие адекватной модели СЭД заказов ремонтного подразделения является одним из условий правильного выбора программного средства для управления заказами.

Следует отметить, что в современной концепции ЕСМ в качестве базовой модели системы управления документооборотом используется модель Workflow-системы [23].

Известно два типа Workflow-менеджмента:

1. Интеграция внутренних и внешних процессов - подход к рабочим процессам, позволяющий определять бизнес-процессы, охватывающие приложения, в том числе от разных поставщиков. Обычно для этого требуется основанная на стандартах коммерческая среда разработки рабочих процессов.

2. Автоматизированные события или процессы - подход, основанный на рабочих процессах, который позволяет выполнять автоматизированные задачи.

Таким образом, второй тип Workflow-менеджмента используется для решения задач автоматизации документооборота.

Workflow-менеджмент автоматизирует бизнес-процессы, позволяя эффективно распределять работу между работниками.

Он сопоставляет рабочие задачи с работниками, которые могут наилучшим образом их выполнять (возможно, на основе текущей рабочей нагрузки или, возможно, на основании другого фактора, определенного организацией).

СЭД, построенная по модели Workflow, принимает документ и автоматически направляет этот документ следующему работнику, выполняя серию шагов на основе набора заранее определенных правил. Это может пригодиться для подтверждения документов или платежей, переговоров по контракту, рассмотрения заявок и т. д.

Такая СЭД хорошо адаптируется к задачам операционной деятельности предприятия, в том числе к задачам управления электронным документооборотом заказов на ТОиР.

Следует отметить, что модель Workflow является неформализованной структурно-функциональной моделью бизнес-процесса документооборота.

Для отражения специфики документооборота в ремонтном подразделении конкретного химического предприятия необходимо использовать более формализованные модели бизнес-процесса документооборота.

Так, в работе [5] описана математическая модель СЭД и делопроизводства в виде трех конечных множеств:

$$D_T = \{Y, D, \Phi\} \quad (2.1)$$

где:

{Y} - множество участников,

{D} - множество действий,

{Φ} – множество состояний документа.

Данная модель дает обобщенное представление о системе СЭД и недостаточно связана с ее программной архитектурой.

В этой связи более перспективным представляется методология моделирования СЭД, предлагаемая в работе [9].

Данная методология основана на автоматном подходе, согласно которому Workflow-система описывается в виде последовательности конечных автоматов, образующих автоматную цепь, состояние которой изменяется в соответствии с жизненным циклом обрабатываемого документа.

На рисунке 2.2 изображена Workflow-модель бизнес-процесса обработки заказа на ремонт химического оборудования, разработанная в методологии DFD (диаграмма потоков данных).

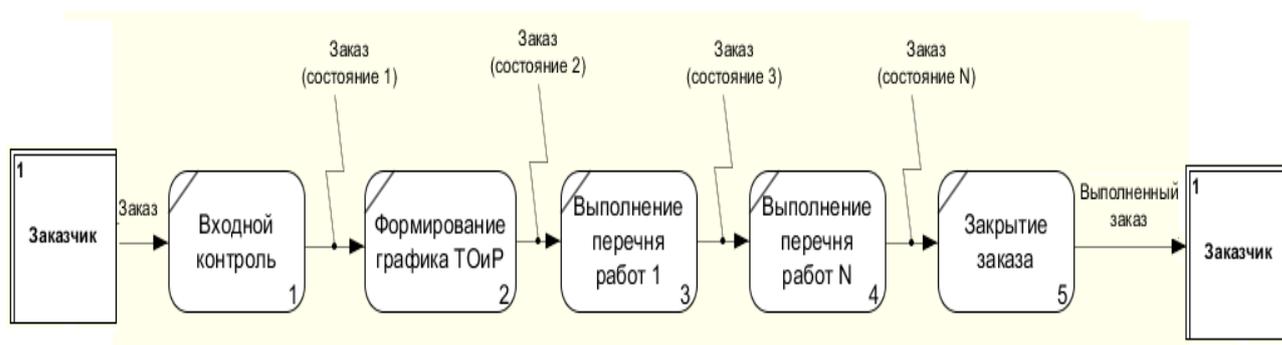


Рисунок 2.2 – Workflow-модель бизнес-процесса обработки заказа на ремонт химического оборудования

Каждый функциональный блок представленной модели формализуется с помощью конечного автомата вида:

$$SZ = (XZ, YZ, ZZ, zz_0, vz, fz), \quad (2.2)$$

где:

XZ, YZ – входной и выходной алфавиты конечного автомата SZ , соответственно, представляющие собой перечень данных заказа на выходе и входе автомата;

ZZ – состояния автомата SZ , связанные с состояниями документа «Заказ»;

zz_0 – начальное состояние автомата SZ ;

vz – оператор переходов автомата SZ ;

fz – оператор выходов автомата SZ .

Формализованные представления автомата трансформируются в объектные модели элементов СЭД управления заказами, на основе которых

создаются классы объектов и строится диаграмма классов СЭД (рисунок 2.3) [14].

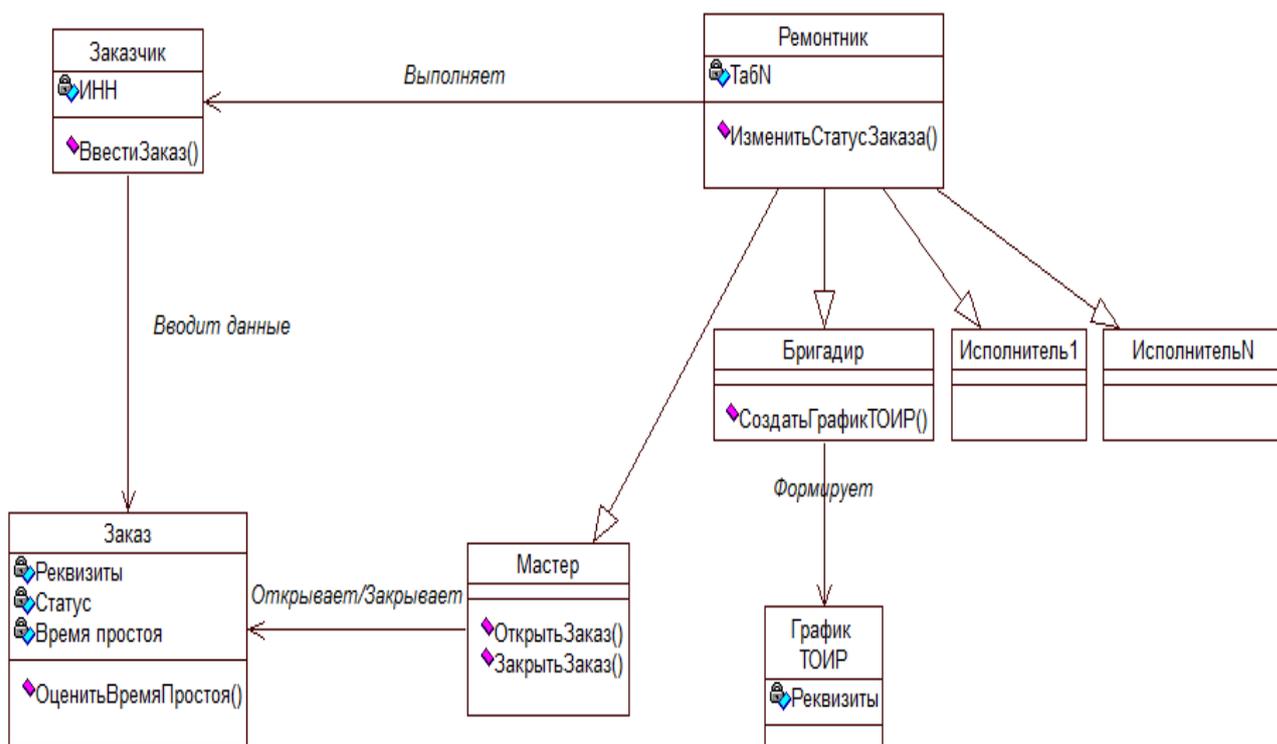


Рисунок 2.3 – Диаграмма классов СЭД управления заказами на ТОиР

Спецификация классов диаграммы приведена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Спецификация классов СЭД управления заказами

| Класс | Атрибуты | Операции |
|--|--|------------------------|
| Заказчик – класс предприятий (юр. лиц), создающих заказы на ТОиР | ИНН | СоздатьЗаказ() |
| Заказ – класс документов, сопровождающих ТОиР | Реквизиты; Статус – состояние документа в соответствии с его жизненным циклом; Время простоя | ОценитьВремяПростоя() |
| Ремонтник – суперкласс физ. лиц, занятых в процессе ремонта оборудования | Табельный номер | ИзменитьСтатусЗаказа() |
| Мастер – класс физ.лиц, | | ЗаккрытьЗаказ() |

| Класс | Атрибуты | Операции |
|---|----------|---------------------|
| <p>проверяющих заказы и передающих и выполнения бригадам ремонтников, наследник суперкласса Ремонтник</p> | | ОткрытьЗаказ() |
| <p>Бригадир –класс физ.лиц, формирующих график ТОиР и устанавливающих перечни работ для исполнителей, наследник суперкласса Ремонтник</p> | | СоздатьГрафикТОиР() |
| <p>Исполнитель – класс физ. лиц, выполняющих работы по ТОиР, наследник суперкласса Ремонтник</p> | | |

Представленная диаграмма классов является основой для построения программной архитектуры СЭД управления заказами на ТОиР ремонтного подразделения химического предприятия.

2.3 Формулировка требований к функциональности системы электронного документооборота заказов ремонтного подразделения предприятия химической промышленности

Для разработки требований к функциональности СЭД заказов ремонтного подразделения химической промышленности используем диаграмму вариантов использования UML, отражающую функциональный аспект СЭД.

Диаграмма вариантов использования позволяет представить:

- сценарии, в которых система или приложение взаимодействуют с людьми, организациями или внешними системами;
- цели, которые система или приложение помогает этим объектам (акторам) достичь;

– возможности проектируемой системы.

Диаграмма вариантов использования не слишком детализирована.

Она представляет общий обзор взаимосвязей между вариантами использования, субъектами и системами.

Эксперты рекомендуют использовать диаграммы вариантов использования, чтобы дополнить более описательный вариант использования текста.

Диаграммы вариантов использования UML идеально подходят для:

- представление целей взаимодействия системы с пользователем;
- определение и организация функциональных требований в системе;
- указание контекста и требований системы;
- моделирование основного потока событий в сценарии использования.

Для разработки диаграммы вариантов использования применим методологию RUP [17].

Актеры: Заказчик, Мастер, Бригадир, Исполнитель.

Варианты использования (прецеденты) представлены в таблицах 2.3-2.7.

Таблица 2.3 - Описание прецедента: Ввод заказа на ТОиР

| |
|---|
| Прецедент: ввести заказ на ТОиР |
| ID: 1 |
| Краткое описание: ввод данных заказа в СЭД |
| Главный актер: Заказчик |
| Второстепенные актеры: нет |
| Предусловие: прецедент начинается по инициативе Заказчика |
| Основной поток: Заказчик вводит данные в режиме онлайн. |
| Постусловие: данные сохраняются в БД СЭД. |
| Альтернативные потоки: нет |

Таблица 2.4 - Описание прецедента: Открытие заказа

| |
|--|
| Прецедент: проверить и сформировать документ заказа |
| ID: 2 |
| Краткое описание: проверить и сформировать документ заказа на ТОиР в СЭД |

Продолжение табл. 2.4

| |
|--|
| Главный актер: Мастер |
| Второстепенный актер: Заказчик |
| Предусловие: прецедент начинается по инициативе (запросу) Мастера |
| Основной поток: 1. Мастер запрашивает у Заказчика дополнительную информацию. 2. Заказчик выдает данные по запросу. |
| Постусловие: средствами СЭД создается электронный документ заказа. |
| Альтернативные потоки: нет |

Таблица 2.5 – Формирование графика ТОиР

| |
|--|
| Прецедент: сформировать график ТОиР |
| ID: 3 |
| Краткое описание: формируется график ТОиР по заказу |
| Главный актер: Бригадир |
| Второстепенный актер: Мастер |
| Предусловие: прецедент начинается по инициативе Бригадира |
| Основной поток: 1. Бригадир формирует график ТОиР по заказу |
| Постусловие: средствами СЭД создается электронный график ТОиР по заказу. |
| Альтернативные потоки: нет |

Таблица 2.6 - Описание прецедента: Изменение статуса документа заказа

| |
|---|
| Прецедент: изменить статус документа заказа |
| ID: 4 |
| Краткое описание: изменение статуса документа заказа в процессе выполнения ТОиР |
| Главные акторы: Мастер, Бригадир, Исполнитель |
| Второстепенный актер: нет |
| Предусловие: прецедент начинается по инициативе Мастера, Бригадира, Исполнителя. |
| Основной поток: 1. Актор изменяет статус документа заказа в процессе выполнения ТОиР |
| Постусловие: средствами СЭД изменяется статус документа заказа. |
| Альтернативный поток: нет. |

Таблица 2.7 - Описание прецедента: Закрытие заказа

| |
|--|
| Прецедент: закрыть заказ |
| ID: 5 |
| Краткое описание: закрытие выполненного заказа |
| Главные акторы: Мастер, Заказчик |
| Второстепенный актер: нет |
| Предусловие: прецедент начинается по инициативе Мастера. |
| Основной поток: 1. Мастер закрывает выполненный заказ. 2. Заказчик подтверждает выполнение и закрытие заказа. |
| Постусловие: 1. Средствами СЭД регистрируется закрытие выполненного заказа. 2. Средствами СЭД регистрируется время простоя оборудования в ремонте. |
| Альтернативный поток: нет. |

На рисунке 2.4 изображена диаграмма вариантов использования СЭД управления заказами на ремонт химического оборудования, построенная на основе методологии RUP.

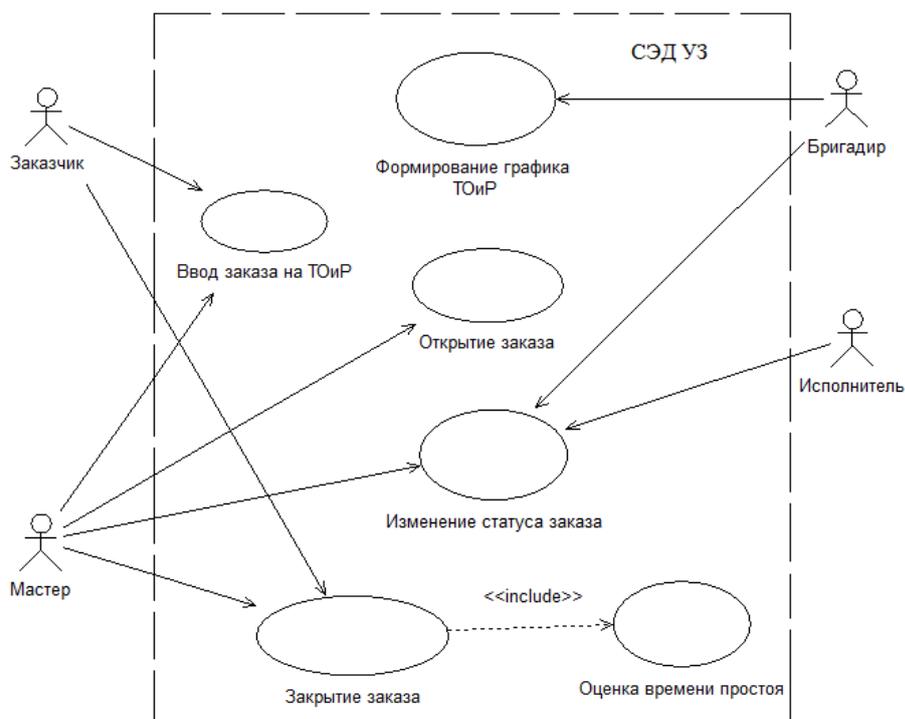


Рисунок 2.4 - Диаграмма вариантов использования СЭД управления заказами на ремонт химического оборудования

Прецеденты, представленные на данной диаграмме, отражают требования, предъявляемые к функциональности СЭД управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

2.4 Анализ и выбор средств автоматизации электронного документооборота заказов ремонтного подразделения предприятия химической промышленности

Как показывает практика, выбор средств автоматизации зависит от подхода к реализации стратегии автоматизации, принятой на предприятии.

Рассмотрим существующие подходы к реализации АИС [18].

1. Покупка готового ИТ-решения.

Данный подход позволяет существенно снизить время и трудозатраты на автоматизацию. При этом интеграция АИС в функционирующую систему управления производственным процессом проходит достаточно безболезненно и быстро.

Преимуществами данного подхода является высокая надежность и относительно невысокая стоимость ИТ-решения.

Вместе с тем, приобретая готовое ИТ-решение предприятие может столкнуться с необходимостью реинжиниринга собственных бизнес-процессов и приведения их к модели, поддерживаемой приобретенной АИС. Кроме того, как показал анализ, на ИТ-рынке не представлены готовые решения для управления ремонтными службами химических предприятий.

2. Внедрение адаптируемого ИТ-решения и его кастомизация.

Данный в отличие от предыдущего не требует перестроения бизнес-процессов предприятия. Однако при этом увеличивается стоимость внедрения и снижается надежность ИТ-решения ввиду необходимости оплачивать услуги внешних ИТ-специалистов на его кастомизацию.

3. Разработка уникального ИТ-решения под бизнес-процессы предприятия.

Данный подход целесообразен, если бизнес-процессы предприятия отличаются индивидуальной спецификой, что не позволяет воспользоваться вышеописанными подходами.

Главным преимуществом данного подхода является гибкость автоматизации. К недостаткам следует отнести низкую надежность, обусловленную зависимостью от разработчиков, и существенные начальные затраты.

Для сравнения вышеперечисленных подходов к реализации стратегии автоматизации используем таблицу 2.8.

Таблица 2.8 – Сравнительный анализ подходов к реализации стратегии автоматизации ремонтного подразделения предприятия химической промышленности

| Критерий выбора/ баллы (макс.-3) | Покупка готового ИТ-решения | Внедрение адаптируемого ИТ-решения | Разработка уникального ИТ-решения |
|--|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| затраты на реинжиниринг бизнес-процессов | 1 | 3 | 3 |
| надежность | 2 | 2 | 1 |
| стоимость владения | 3 | 2 | 1 |
| Итого | 6 | 7 | 5 |

Таким образом, при выборе средства автоматизации ориентируемся на стратегию внедрения адаптируемого ИТ-решения.

Качественная СЭД должна предлагать интеллектуальные решения для текущих и будущих потребностей компании. Возможности, которые следует учитывать, включают варианты интеграции, удобные каналы связи, архивирование и управление доступом пользователей.

Необходимо выбрать СЭД, которая может поддерживать количество нужное пользователей и работать на платформе, образующей ядро КИС предприятия. Также необходимо учесть такие факторы, как юзабилити, простота обучения и устранения неполадок.

Требования к функциям высокого уровня:

– широкие возможности опций. Полнота информации является гарантией принятия обоснованных бизнес-решений;

– захват и импорт контента. Качественная СЭД указывает на обязательные и необязательные поля, которые необходимо заполнить при захвате и импорте нового контента. Некоторые системы позволяют импортировать и управлять несколькими частями контента в одном пакете;

– отчетность. Хорошая система отчетности поможет собрать и проанализировать данные, необходимые для обеспечения эффективности бизнеса;

– управление записями. Эти инструменты и функциональные возможности помогут ремонтному подразделению соответствовать отраслевым стандартам и / или государственным нормативам;

– сбор метаданных. Данная функция позволит сэкономить время и уменьшить количество ошибок, автоматизируя сбор и организацию метаданных и др.

Для выбора программных средств автоматизации электронного документооборота заказов ремонтного подразделения химического предприятия необходимо предварительно определиться с критериями выбора.

В качестве критериев выбора предлагается использовать следующие:

- 1) автоматизация задач управления заказами ТООиР;
- 2) поддержка локальной автоматизации электронного документооборота;
- 3) реализация на основе Workflow-модели СЭД;
- 4) простота адаптации к специфике управления заказами в конкретном ремонтном подразделении;
- 5) простота интеграции с корпоративной информационной системой (КИС) предприятия химической промышленности.

Учитывая декларирование правительством РФ курса на импортозамещения в сфере программного обеспечения, в ходе анализа

программных средств рассмотрены только ИТ-решения отечественных разработчиков.

Кроме того, необходимо отметить, что среди промышленных ЕАМ-систем не обнаружены ИТ-решения, предназначенные для автоматизации операционного документооборота ремонтных служб химических предприятий.

Анализ известных ИТ-решений позволил выявить следующие системы управления документооборотом ремонтных предприятий:

- 1) Система Global-EAM для управления ремонтами и ТО оборудования (ТОИР, ТОРО) [Global-EAM];
- 2) Автоматизированная система управления (АСУ) «1С:ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования» [12];
- 3) Система управления производственными активами «Галактика ЕАМ» [21].

Рассмотрим функциональные и архитектурные особенности данных систем.

2.3.1 Система Global-EAM для управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования

Программный комплекс (ПП) управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования предприятия Global-EAM (ТОиР) является отечественным программным продуктом, разрабатываемым Компанией «Бизнес Технологии» для информационного обеспечения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Область применения системы – предприятия промышленности, энергетики, транспорта, а также любые предприятия и организации, в которых требуется автоматизировать функции технического учета оборудования, планирования процессов эксплуатации и ремонта, хранения технической документации.

На рисунке 2.5 представлена функциональная схема ПП.

С точки зрения решения задач автоматизации управления документооборотом ТООиР представляет интерес раздел «Заявки» ПП.

Данный в ПП предназначен для автоматизации процессов формирования заявки на вывод оборудования в ремонт, ее согласования, утверждения, контроля за выводом оборудования в ремонт и вводом его в работу.



Рисунок 2.5 – Функциональная схема ПП Global-EAM (ТООиР)

Основными функциями раздела являются:

- формирование заявки на вывод оборудования в ремонт;
- согласование заявки с заинтересованными подразделениями;
- добавление к заявке работ, выполняемых при выводе оборудования в ремонт;
- передачи заявки на утверждение;
- утверждение (или отклонение) заявки;
- контроль за выводом оборудования в ремонт и вводом его в работу;
- продление сроков выполнения заявки;
- накопление сведений об истории заявки.

Следует отметить, что в описании к ПП нет сведений о модели документооборота, положенной в основу раздела «Заявки», что ограничивает его функциональные возможности.

ПП продукт реализован в среде Global FrameWork, являющейся собственной разработкой компании-вендора.

На рисунке 2.6 изображена архитектура данной среды.

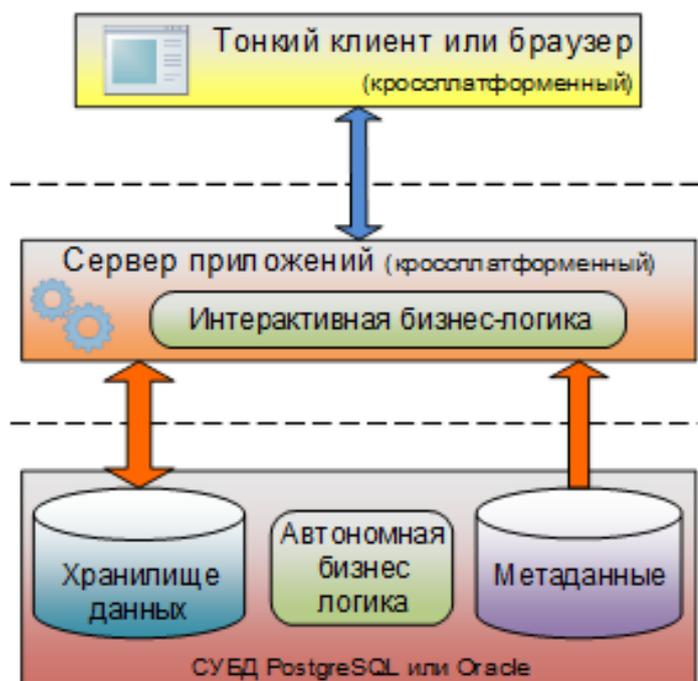


Рисунок 2.6 – Архитектура Global FrameWork

Вся бизнес-логика, метаданные уровня представления данных на клиенте хранятся на уровне серверов базы данных и приложений.

Поскольку ПП разработан не на промышленной технологической платформе у потенциального пользователя системы могут возникнуть вполне объяснимые проблемы с ее адаптацией и интеграцией с КИС предприятия.

2.3.2 Автоматизированная система управления «1С:ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования»

АСУ «1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования» (далее АСУ) - отраслевое решение, созданное для автоматизации учета ремонтов и технического обслуживания оборудования.

Структурно-функциональная схема АСУ представлена на рисунке 2.7.

В контексте решения задачи управления заказами на ТОиР рассмотрим модуль «Планирование технического обслуживания и ремонтов» данного ИТ-решения.



Рисунок 2.7 – Структурно-функциональная схема АСУ ТОиР

Модуль «Планирование ТОиР» обеспечивает поддержку следующих функций:

- формирование план-графиков планово-предупредительных ремонтов (ППР) оборудования и графиков регламентных мероприятий;
- формирования бюджетов на ремонты и регламентные мероприятия;
- планирование потребности в запасных частях, материалах и инструментах;
- планирование потребности в трудовых ресурсах;
- формирование заявок на проведение ремонтов (ключевая функция).

Формирование план-графиков ППР оборудования направлено на обеспечение его работоспособности в обозримый период, что крайне важно для предприятий химической промышленности.

На основании базовой цели формируются конкретные целевые ориентиры и показатели, обосновываются и решаются важнейшие задачи по ТО и ремонту оборудования:

- формирование перспективных, годовых и месячных планов ремонтных работ;
- разработка основных направлений и приоритетов;
- определение потребности в видах и объемах работ по каждому объекту;
- определение основных источников ресурсообеспечения и путей привлечения необходимых ресурсов.

Годовые планы-графики ППР оборудования составляются в системе механиками подразделений, которые предварительно согласовывают их с другими службами предприятия. В годовые планы-графики ППР (график регламентных мероприятий) включается все оборудование (списки оборудования), подлежащее ремонту в планируемом году, а также регламентированному ТО.

На основании годовых план-графиков ППР (графиков регламентных мероприятий) с помощью специальных документов корректировок можно сформировать годовые, месячные и недельные план-графики ППР (графики регламентных мероприятий). При их формировании в системе учитываются фактические данные по объектам ремонта (спискам объектов), занесенным в систему.

На основании план-графиков ППР в системе формируются сметы ремонта (заявки на ремонт), которые являются операционными документами по планированию ремонтных работ.

Потребность в запасных частях, материалах и инструментах в системе формируется из состава технологических операций нормативных ТО и ремонтов в составе план-графиков ППР.

В соответствии с выполняемыми функциями определяется численность ремонтного персонала. Общее количество ремонтных рабочих, необходимое для выполнения предстоящего ремонта, определяется в системе количеством подлежащего ремонту оборудования, трудоемкостью ремонта каждой единицы оборудования, продолжительностью ремонта и принятым режимом проведения ремонтных работ на предприятии (количество смен, их продолжительность).

Для формирования бюджета на определенный период должны быть сформированы графики ППР (регламентных мероприятий) на этот период.

На основании информации о планируемых нормативных ТО и ремонтах рассчитываются суммы перспективных затрат.

Важно отметить, что заявка (заказ) создается на каждую технологическую операцию ТОиР.

АСУ разработана на базе популярной технологической платформы «1С: Предприятия 8.3», что существенно расширяет возможности ее адаптации к специфике управления заказами на ТОиР на конкретном ремонте предприятия и интеграции с его КИС.

2.3.3 Система управления производственными активами «Галактика ЕАМ»

ИТ-решение «Галактика ЕАМ» позиционируется его вендором, как современная информационная система управления производственными активами (далее – СУПА), основанная на передовых методиках ремонта по состоянию и обслуживания с ориентацией на надежность.

СУПА позволяет реализовать мониторинг технического состояния оборудования и на основе системы критериев определять аварийные объекты, требующие обслуживания и ремонта.

Встроенный в систему инструментарий позволяет значительно повысить точность и оперативность планирования, а также сократить сроки и затраты на закупку запчастей и выполнение регламентных и внеплановых работ.

В СУПА в рамках процесса «Техническое обслуживание и ремонт» обеспечивается управление заявками на ТОиР, предупредительными ремонтами, расписаниями и сметами на ремонт.

На рисунке 2.8 представлена модель документооборота СУПА



Рисунок 2.8 – Модель документооборота СУПА

Вместе с тем, необходимо напомнить, что решения на базе платформы «Галактика» имеют достаточно высокую стоимость владения, так как требуют привлечения специалистов компании-вендора для их адаптации.

Кроме того, могут возникнуть проблемы с интеграцией СУПА с КИС предприятия, обусловленные использованием в качестве ядра последней

решения на основе альтернативной технологической платформы (например, 1С8).

Для обоснования выбора программного средства поддержки задач управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности используем таблицу 2.9.

Таблица 2.9 – Сравнительный анализ средств автоматизации электронного документооборота заказов ремонтного подразделения предприятия химической промышленности

| Критерий выбора/ баллы | Global-EAM | АСУ «1С:ТОИР» | Галактика ЕАМ |
|---|------------|---------------|---------------|
| автоматизация задач управления заказами ТОиР | + | + | + |
| поддержка локальной автоматизации электронного документооборота | + | + | + |
| реализация на основе Workflow-модели СЭД | + | + | + |
| простота адаптации к специфике управления заказами в конкретном ремонтном подразделении | - | + | - |
| простота интеграции с КИС предприятия химической промышленности | - | + | - |
| Итого | 3 | 5 | 3 |

Таким образом, на основании результатов анализа в качестве базового программного средства автоматизации электронного документооборота заказов ремонтного подразделения предприятия химической промышленности выбираем ПП «1С:ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования».

Данное средство будет положено в основу методики автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Выводы к главе 2

1. На основании результатов анализа в качестве базового метода автоматизации документооборота заказов ремонтного подразделения предприятия химической промышленности выбран метод локальной автоматизации, главным преимуществом которого является обеспечение полного контроля над потоком заказов и простота адаптации СЭД к специфике бизнес-процесса управления заказами на конкретном ремонтном предприятии.

2. СЭД, построенная по модели Workflow-системы, хорошо адаптируется к задачам операционной деятельности предприятия, в том числе к задачам управления электронным документооборотом заказов на ТОиР химического оборудования.

3. В качестве базового программного средства автоматизации электронного документооборота заказов ремонтного подразделения предприятия химической промышленности выбран ПП «1С:ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования», обеспечивающий простоту адаптации СЭД к специфике управления заказами в конкретном ремонтном подразделении и ее интеграцию с КИС предприятия химической промышленности. Данное средство будет положено в основу методики автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Глава 3 МЕТОДИКА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКАЗАМИ РЕМОНТНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

3.1 Анализ существующих методик автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности

Анализ источников по проблеме исследования подтвердил недостаточность работ, посвященных вопросу разработки методики автоматизации ТОиР, в том числе для химических предприятий.

Так, в работе [4] описан процесс разработки методики автоматизации ремонтных работ предприятия, который включает в себя решение следующих задач:

- выделение объекта исследования;
- выделение направлений исследования;
- выявление субъектов процесса ТОиР, должностных обязанностей и функций служб ТОиР;
- исследование документации по ТОиР;
- исследование состава оборудования и объектов обслуживания;
- выявление видов и состава работ;
- описание процессов ТОиР;
- оформление методики автоматизации ремонтных работ предприятия.

Для автоматизации ТОиР поставлены следующие задачи:

- исследование системы ТОиР автоматизируемого предприятия или организации;
- описание процессов ТОиР до автоматизации и проведение в случае необходимости их реинжиниринга;
- проектирование системы автоматизации ТОиР;
- реализация пилотного проекта автоматизированной системы;
- апробация, масштабирование, внедрение и сопровождение системы программно-информационной поддержки процессов ТОиР.

Следует отметить, что в данной методике нет определенных рекомендаций по автоматизации управления документооборотом заказов (заявок) на ТОиР.

Проблема управления заявками в рамках методики автоматизации процесса организации ТОиР рассматривается в работе [3].

Так, для функционирования автоматизированной системы были разработаны управляющие алгоритмы.

Общий алгоритм обработки заявок на сервисное обслуживание и ремонт приведен на рисунке 3.1.

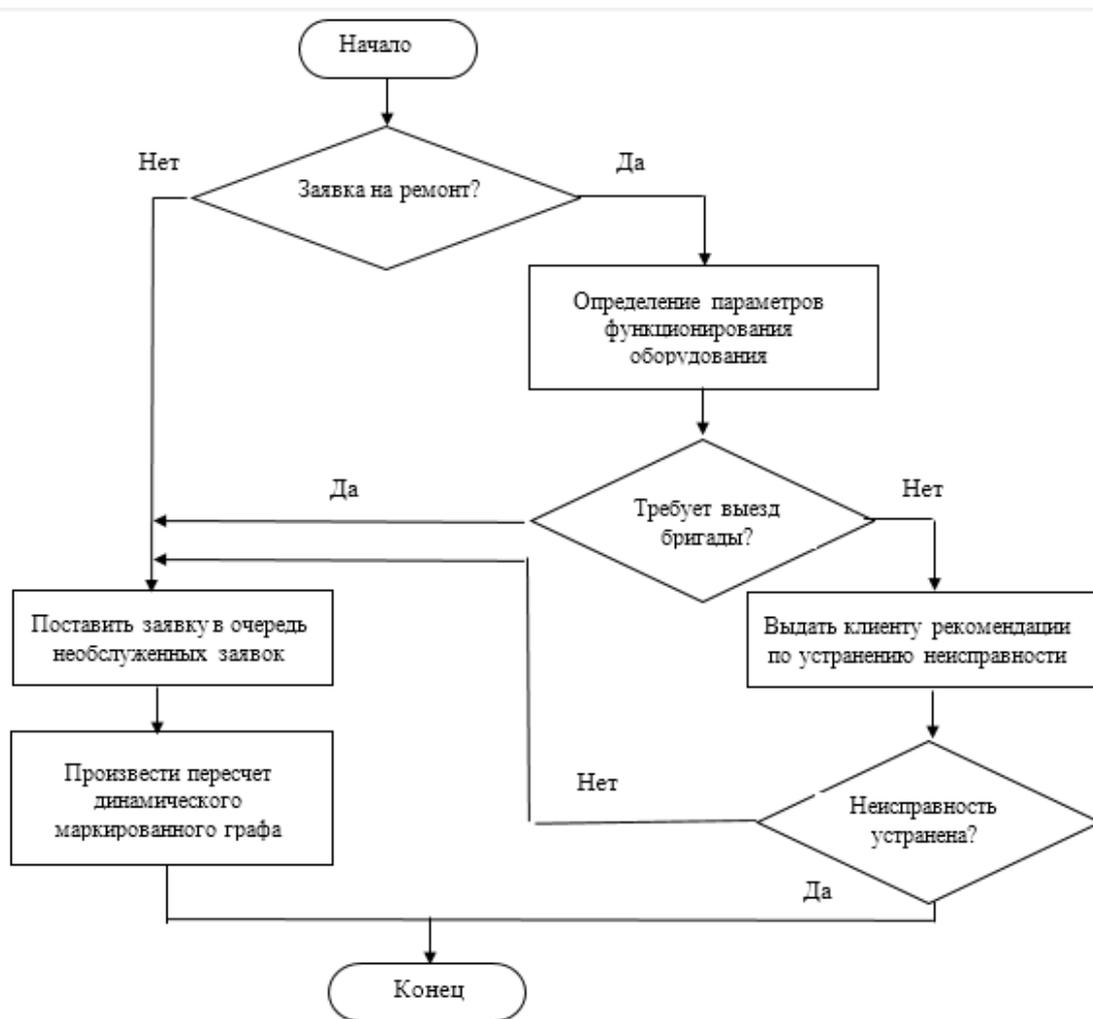


Рисунок 3.1- Общий алгоритм обслуживания заявок

Из представленного алгоритма следует, что после постановки заявки в очередь необслуженных заявок требуется произвести пересчет динамического маркированного графа, что связано с определенными сложностями применения данной методики для управления заказами ремонтного подразделения химического предприятия.

Кроме того, в представленных методиках автоматизации нет четких рекомендаций по применению конкретных методов и средств автоматизации, что снижает их функциональные возможности.

Таким образом, необходимо разработать новую методику автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

3.2 Разработка методики автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности

На основании результатов анализа, приведенных в предыдущих главах разработана методика автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Предлагаемая методика представляет собой последовательность действий, обеспечивающих автоматизацию заказов ремонтного подразделения предприятия химической промышленности с целью реализации функции контроля времени простоя оборудования в ремонте.

Предлагаемая методика опирается на следующие методы и средства автоматизации:

- 1) локальная автоматизация управления заказами;
- 2) внедрение адаптируемого ИТ-решения СЭД управления заказами;
- 3) применение в качестве адаптируемого ИТ-решения программного средства автоматизации электронного документооборота заказов ПП «1С: ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования».

Методика автоматизации управления заказами, диаграмма вариантов использования которой представлена на рисунке 3.2, содержит следующие этапы:

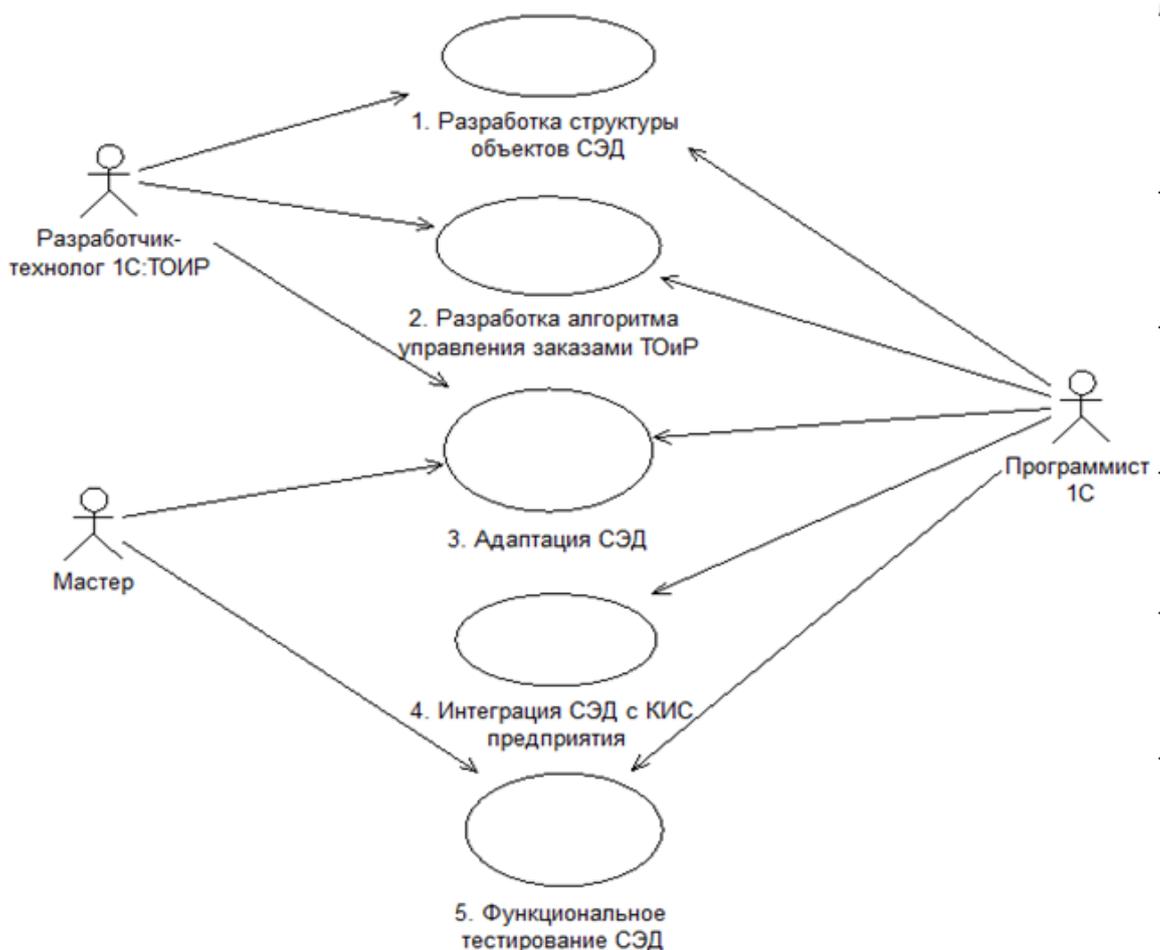


Рисунок 3.2 – Диаграмма вариантов использования методики автоматизации заказов на ТОиР

1. Разработка структуры объектов обработки СЭД управления заказами на ТОиР химического оборудования (исполнители – Разработчик-технолог 1С:ТОИР, Программист 1С).

2. Разработка алгоритмов управления заказами на ТОиР химического оборудования (исполнители – Разработчик-технолог 1С:ТОИР, Программист 1С).

3. Адаптация модуля «Планирование технического обслуживания и ремонтов» ПП «1С: ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования» к специфике управления заказами на ТОиР химического оборудования в конкретном ремонтном предприятии (исполнители – Разработчик-технолог 1С:ТОИР, Программист 1С, Мастер).

4. Интеграция СЭД управления заказами на ТОиР химического оборудования с КИС предприятия химической промышленности (исполнитель – Программист 1С).

5. Функциональное тестирование СЭД управления заказами на ТОиР химического оборудования (исполнители – Программист 1С, Мастер).

Рассмотрим каждый из этапов предлагаемой методики.

3.2.1 Разработка структуры объектов системы электронного документооборота управления заказами на техническое обслуживание и ремонт химического оборудования

Структура документа «Заказ» представлена в таблице 3.1.

В процессе разработки учтены особенности описания объектов конфигурации технологической платформы «1С: Предприятие 8» [11].

Таблица 3.1 – Структура документа «Заказ» на ТОиР химического оборудования

| Наименование поля | Тип данных | Ссылка |
|--|---------------------|------------|
| Номер заказа | Строка | |
| Заказчик | КонтрагентыЮр.Лица | Справочник |
| Представитель Заказчика | КонтрагентыФиз.Лица | Справочник |
| Дата открытия заказа | Дата | |
| Дата закрытия заказа | Дата | |
| Тип неисправного оборудования | ТипыОборудования | Справочник |
| Серийный номер неисправного оборудования | Строка | Справочник |
| Тип неисправности (отказа) | ТипыНеисправностей | Справочник |
| Вид ТОиР | ВидыТОиР | Справочник |
| Мастер | Сотрудники | Справочник |
| Бригадир | Сотрудники | Справочник |
| Статус заказа | СписокЗначений | Справочник |
| Время простоя оборудования (дн.) | Число | |
| Сумма заказа | Число | |

В таблице 3.2 представлен жизненный цикл документа «Заказ».

Таблица 3.2 – Жизненный цикл документа «Заказ»

| Код статуса | Статус |
|-------------|----------|
| 1 | Открыт |
| 2 | В работе |
| 3 | Закрыт |

В таблице 3.3 описана структура документа «График ТОиР».

Таблица 3.3 – Структура документа «График ТОиР» химического оборудования

| Наименование поля | Тип данных | Ссылка |
|---|--------------------|------------|
| Номер заказа | Строка | |
| Исполнители (Список) | Сотрудники | Справочник |
| Перечень ремонтных работ (Список) | ВидыРемонтныхРабот | Справочник |
| Даты начала работ (Список) | Дата | |
| Контрольные даты окончания работ (Список) | Дата | |
| Даты окончания работ (Список) | Дата | |
| Сумма ремонта | Число | |

В таблице 3.4 описана структура справочника «Виды ТОиР».

Таблица 3.4 – Структура справочника «Виды ТОиР»

| Код | Наименование |
|-----|--------------------------|
| 1 | Техническое обслуживание |
| 2 | Текущий ремонт |
| 3 | Капитальный ремонт |

Представленные объекты являются частью информационного обеспечения СЭД управления заказами на ТОиР химического оборудования.

3.2.2 Разработка алгоритмов управления заказами на техническое обслуживание и ремонт химического оборудования

При разработке алгоритмов управления заказами на ТОиР химического оборудования принята во внимание специфика данного процесса в конкретном ремонтном подразделении предприятия химической промышленности.

Алгоритм управления заказами на ТОиР в виде диаграммы деятельности представлен на рисунке 3.3.

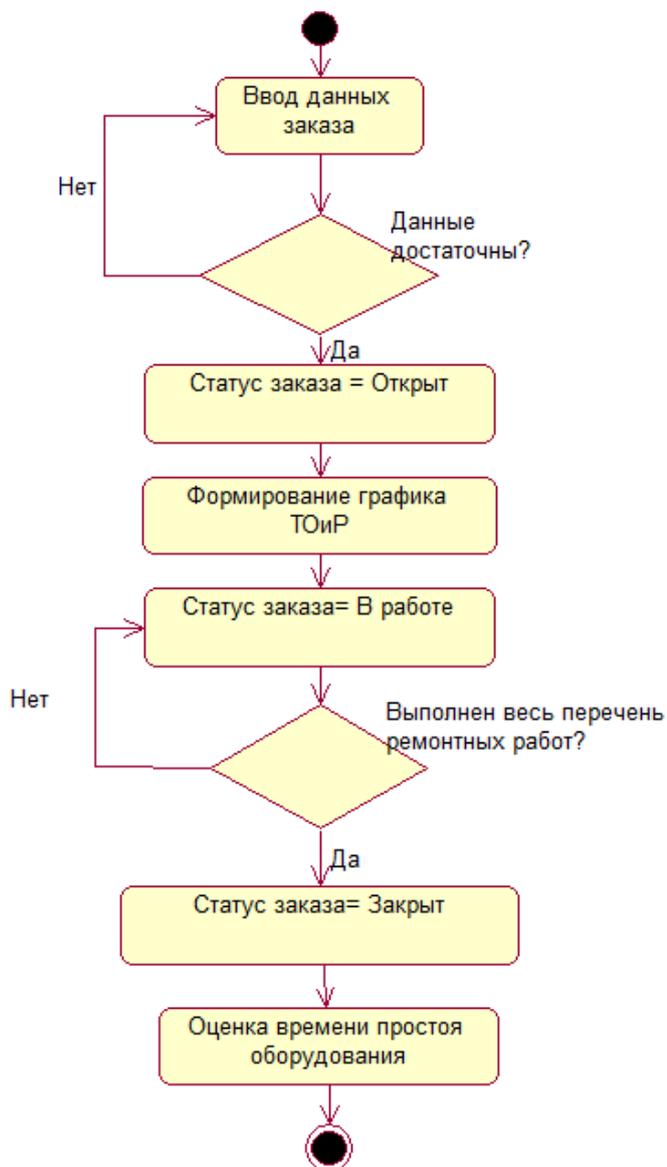


Рисунок 3.3 - Алгоритм управления заказами на ТОиР

Для формирования перечня ремонтных работ в рамках графика ТОиР разработан алгоритм, изображенный на рисунке 3.4.

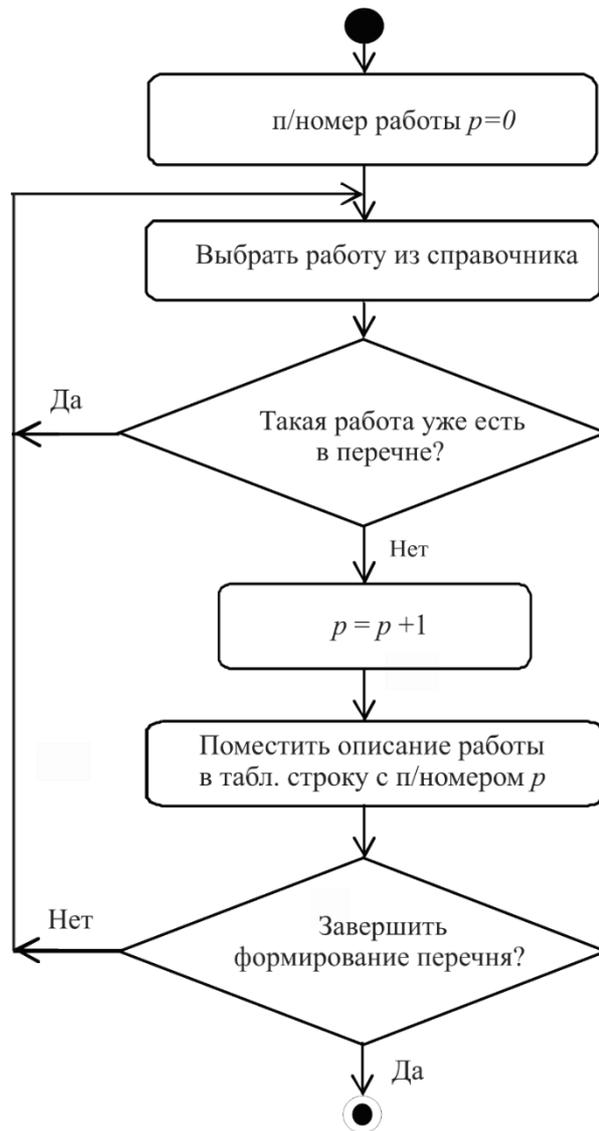


Рисунок 3.4 - Алгоритм формирования перечня ремонтных работ по заказу

Представленные алгоритмы реализуются в процессе внедрения и адаптации ПП «1С: ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования».

3.2.3 Адаптация программного продукта «1С: ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования»

На данном этапе выполняются следующие работы:

- покупка ПП «1С: ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования»;

- доставка ПП в офис ремонтного подразделения;
- установка программного обеспечения на компьютеры ремонтного подразделения;
- сбор и анализ требований Заказчика к автоматизированной системе;
- планирование этапов работ, составление календарного плана работ;
- методическое обеспечение специфических особенностей учета и управления в системе автоматизации электронного документооборота заказов на ТОиР (требования к адаптации);
- создание интерфейсов и наборов прав пользователей;
- техническая реализация специфических особенностей учета и управления электронного документооборота заказов на ТОиР (адаптация);
- интеграция с другими системами на базе «1С: Предприятия 8.х»;
- начальные настройки типового/отраслевого решения (программы) для начала ведения учета заказов на ТОиР;
- перенос данных из предыдущих систем автоматизации (при наличии);
- обучение сотрудников в ремонтного подразделения;
- установка и настройка сервера СУБД ПП;
- проведение нагрузочного тестирования серверов;
- повышение стабильности работы и устойчивости СЭД;
- аудит и оптимизация настроек СЭД;
- повышение производительности СЭД;
- анализ и устранение проблемных мест СЭД.

В процессе адаптации ПП выполняются следующие работы:

- обследования бизнес-процесса управления заказами ремонтного предприятия;
- оказание консалтинговых услуг по перераспределению функций и ответственности между учетными службами предприятия, по изменению существующих бизнес-процессов учетных служб;
- проведение индивидуального и группового обучения и консультаций пользователей по работе с функционалом внедряемого ПП;

- настройка разграничения доступа пользователей к данным в рамках их полномочий и функциональных обязанностей;
- перенос данных из прежней учетной системы и Excel;
- реализация объектов информационного обеспечения и алгоритмов управления заказами в ПП;
- разработка дополнительных печатных и отчетных форм по запросам пользователей;
- адаптация подсистем ПП «1С:ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования» под специфику учета в ремонтном подразделении;
- разработка нового функционала модуля «Планирование ТОиР»;
- разработка методических материалов для пользователей внедренных подсистем.

Основными электронными документами системы управления заказами являются «Внутренний заказ» и «План-график ремонта» (рисунок 3.5).

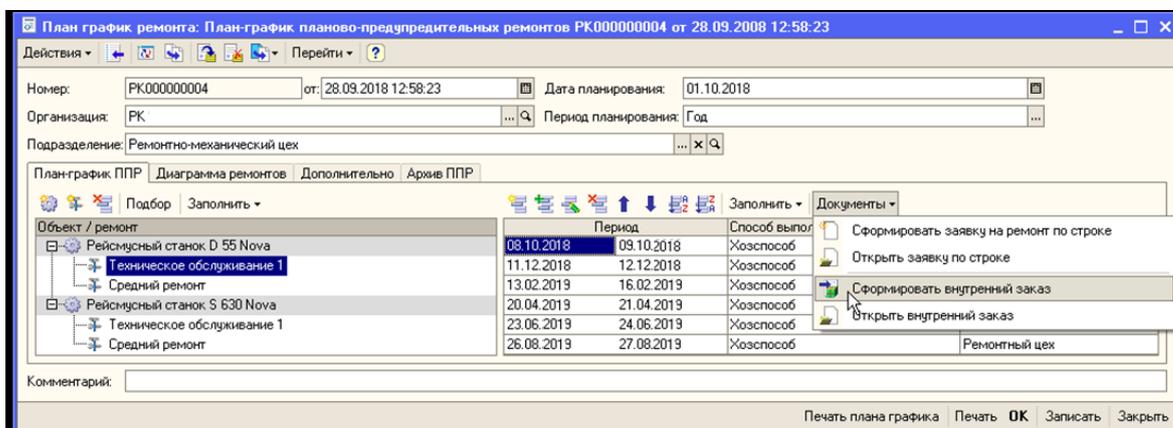


Рисунок 3.5 - Экранная форма план-графика на ремонт химического оборудования

В документе «План-график» для каждой строки ремонта можно оформить документ «Внутренний заказ» (рисунок 3.6).

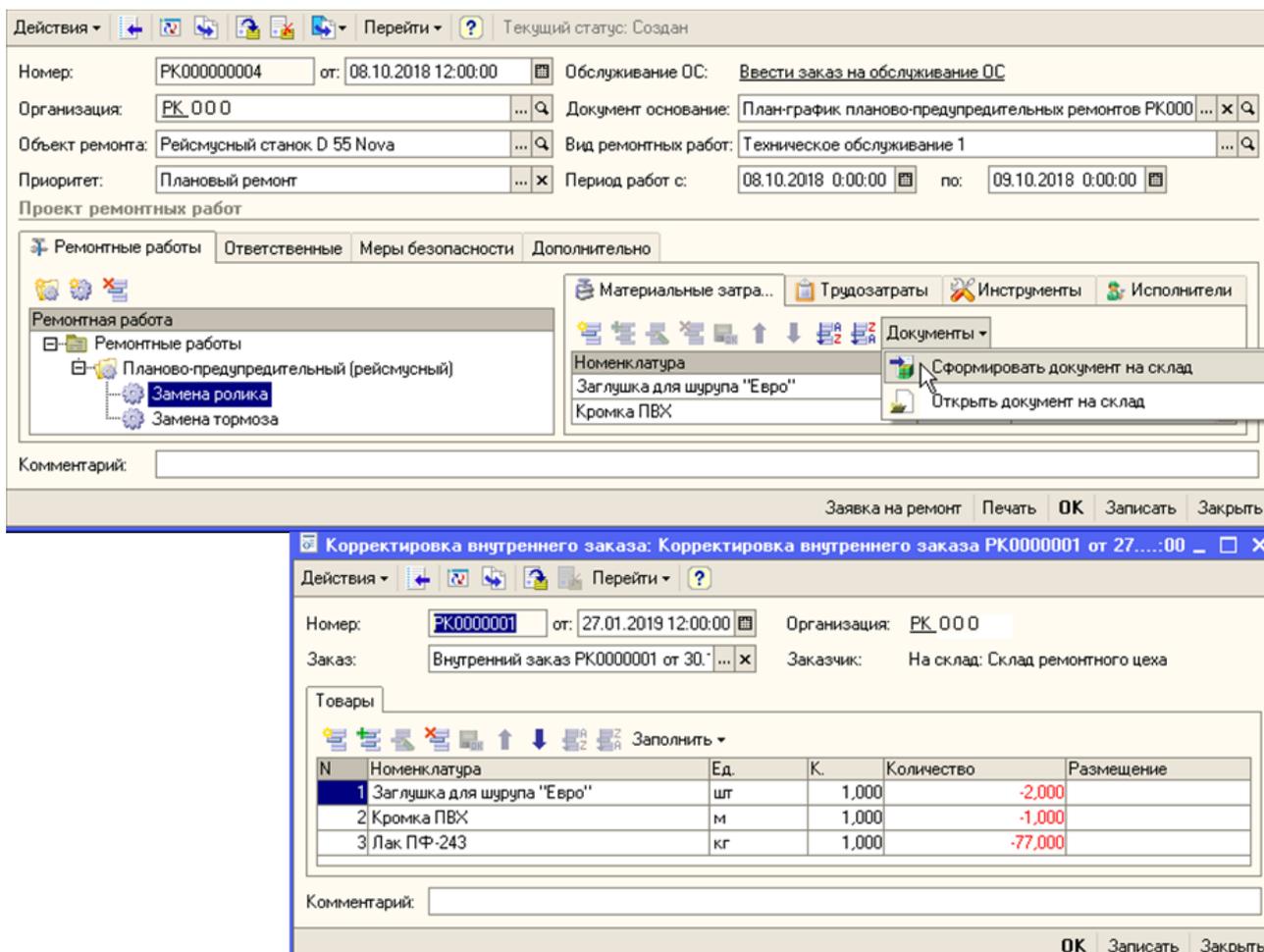


Рисунок 3.6 – Экранная форма внутреннего заказа на ремонт химического оборудования

Данный документ предназначен для оформления потребности ремонтного подразделения в материалах (запасных частях), необходимыми для ремонта оборудования.

В разделе «Товары» табличная часть автоматически заполняется перечнем номенклатуры, которая определяется нормативами, указанными для технологических операций ремонта, соответствующих планируемому виду ремонтных работ.

Фрагмент кода формы заказа на ремонт представлен на рисунке 3.7.

```

Процедура ОсновныеДействияФормыПечатьЗаказа(Кнопка)
ИнформацияФирмы =
ОбщиеФункции.ПолучитьДанныеКонтрагента(Организация);
ИнформацияКонтрагента =
ОбщиеФункции.ПолучитьДанныеКонтрагента(Контрагент);
ТабДокумент = Новый ТабличныйДокумент;
Макет = ПолучитьОбщийМакет("ЗаявкаНаРемонтАгрегата");
Область = Макет.ПолучитьОбласть("Шапка");
Область.Параметры.ПечФирма = Организация;
Область.Параметры.НомерЗаявки = Строка(Номер) + " от " +
Строка(Формат(Дата, "ДФ=dd.ММ.уууу"));
Область.Параметры.АдресФирмы =
ИнформацияФирмы.ЮридическийАдрес;
Область.Параметры.Хозяин = Контрагент;
Область.Параметры.Адрес =
ИнформацияКонтрагента.ФактическийАдрес;
Область.Параметры.Телефон = ИнформацияКонтрагента.Телефон;
//Область.Параметры.Дата = Формат(Дата, "ДФ=dd.ММ.уууу");
ТабДокумент.Вывести(Область);
Область = Макет.ПолучитьОбласть("СтрочкиАгрегатов");
Для Каждого Строка Из Агрегаты Цикл
Область.Параметры.Наименование = Строка.Агрегат;
Область.Параметры.Номер = Строка.СерийныйНомер;
Область.Параметры.Дата = Строка.ДатаПроизводства;
ТабДокумент.Вывести(Область);

```

Рисунок 3.7 – Фрагмент кода формы заказа на ремонт

```

КонецЦикла;
Область = Макет.ПолучитьОбласть("Шапка2");
Область.Параметры.Дата = Формат(Дата, "ДФ=dd.ММ.yyyy");
    Область.Параметры.Хозяин = Контрагент;
ТабДокумент.Вывести(Область);
    Область = Макет.ПолучитьОбласть("СтрочкиРабот");
Для Каждого Строка Из Работы Цикл
    Область.Параметры.номер = Строка.НомерСтроки;
    Область.Параметры.Работа = Строка.Наименование;
    Область.Параметры.Часы = Строка.Объем;
    Область.Параметры.ЦенаРаботы = Строка.Стоимость;
    ТабДокумент.Вывести(Область);
КонецЦикла;
Область = Макет.ПолучитьОбласть("ПодвалРабот");
Область.Параметры.ИтогоРабот = СуммаРабот;
ТабДокумент.Вывести(Область);
Область = Макет.ПолучитьОбласть("Подвал");
Область.Параметры.Оформитель = Ответственный;
Область.Параметры.Хозяин = Контрагент;
Область.Параметры.Дата = Формат(Дата, "ДФ=dd.ММ.yyyy");
ТабДокумент.Вывести(Область);
Область = Макет.ПолучитьОбласть("Оборот");
ТабДокумент.Вывести(Область);
ОбщиеФункции.НапечататьДокумент(ТабДокумент, 1, Ложь, ,
Ложь);
КонецПроцедуры

```

Продолжение рисунка 3.7

Для анализа эффективности управления ремонтами в системе можно использовать следующие отчеты:

- отчет по показателям эффективности;
- план-фактный анализ выполнения работ;
- план-фактный анализ трудозатрат;
- план-фактный анализ затрат МТО;
- затраты номенклатуры;
- текущий анализ данных по состоянию оборудования;
- оценка времени простоя оборудования в ремонте.

В случае необходимости данный перечень может быть расширен с помощью опции «Внешние отчеты» платформы «1С: Предприятие 8.х».

3.2.4 Интеграция системы электронного документооборота управления заказами в корпоративную информационную систему предприятия химической промышленности

Интеграция СЭД управления заказами на техническое обеспечение и ремонт химического оборудования с КИС предприятия химической промышленности обусловлены следующими причинами:

- улучшение взаимодействия с ремонтными подразделениями предприятия.

Доступ к СЭД позволяет вводить заказы на ремонт непосредственно с рабочих мест сотрудников химического предприятия, ответственных за организацию ТОиР оборудования;

- обеспечение согласованности и соответствия данных.

Использование централизованного хранилища данных и единой системы рабочих процессов обеспечивают согласованность данных между приложениями и обеспечивают мгновенный и безопасный доступ к данным заказов на ТОиР для сотрудников всех заинтересованных служб химического предприятия. Централизованная проверка подлинности и единый вход

предотвращают несанкционированный доступ к данным и обеспечивают строгий контроль в течение всего срока действия заказа.

Для интеграции СЭД с корпоративными информационными системами предприятий используются следующие подходы [20]:

- интеграция через API-интерфейс;
- использование единой компонентной модели;
- создание шаблонных приложений.
- использование централизованной технологической платформы.

Для рассматриваемого случая наиболее предпочтительным представляется последний подход, обусловленный преимущественным использованием на российских химических предприятиях корпоративных информационных систем, построенных на базе технологической платформы «1С: Предприятие 8.x».

Это обеспечивает простоту интеграции СЭД управления заказами на основе ПП «1С: ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования».

На рисунке 3.8 приведен пример интеграции ПП «1С: ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования» с КИС предприятия на базе ПП «1С:УПП», где показано через какие документы происходит обмен.



Рисунок 3.8 - Пример интеграция ПП «1С: ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования» с КИС предприятия на базе ПП «1С:УПП»

Как следует из рисунка, данные по контролируемым показателям и наработке будут загружаться в систему «1С: ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования» в автоматическом режиме из подсистем КИС предприятия.

Важно также отметить, что объекты модели данной СЭД априори должны присутствовать в КИС химического предприятия, в том числе в виде объектов ее базы данных и бизнес-логики приложения.

В эту группу элементов входят:

- объекты и таблицы заказов на ТОиР предприятия;
- справочник контрагентов;
- справочник оборудования;
- классификаторы (типы оборудования, классификатор адресов (КЛАДР) и др.).

Для отражения динамического аспекта взаимодействия объектов СЭД заказов в рамках КИС химического предприятия используем диаграмму последовательности UML.

Диаграмма последовательности UML визуально моделируют поток логики в проектируемой системе и обычно используются как для анализа, так и для целей проектирования.

Диаграммы последовательности являются наиболее популярным артефактом UML для динамического моделирования, который фокусируется на определении поведения объектов в системе.

Помимо документирования текущих задач организации, диаграмма последовательности бизнес-уровня может использоваться в качестве документа требований для будущей реализации системы.

На рисунке 3.9 изображена диаграмма последовательности процесса управления заказами ремонтного подразделения.

Процесс управления инициализируется объектом Заказчик, который вводит данные заказа на ТОиР и обращается к объекту Мастер с сообщением «Открыть заказ».

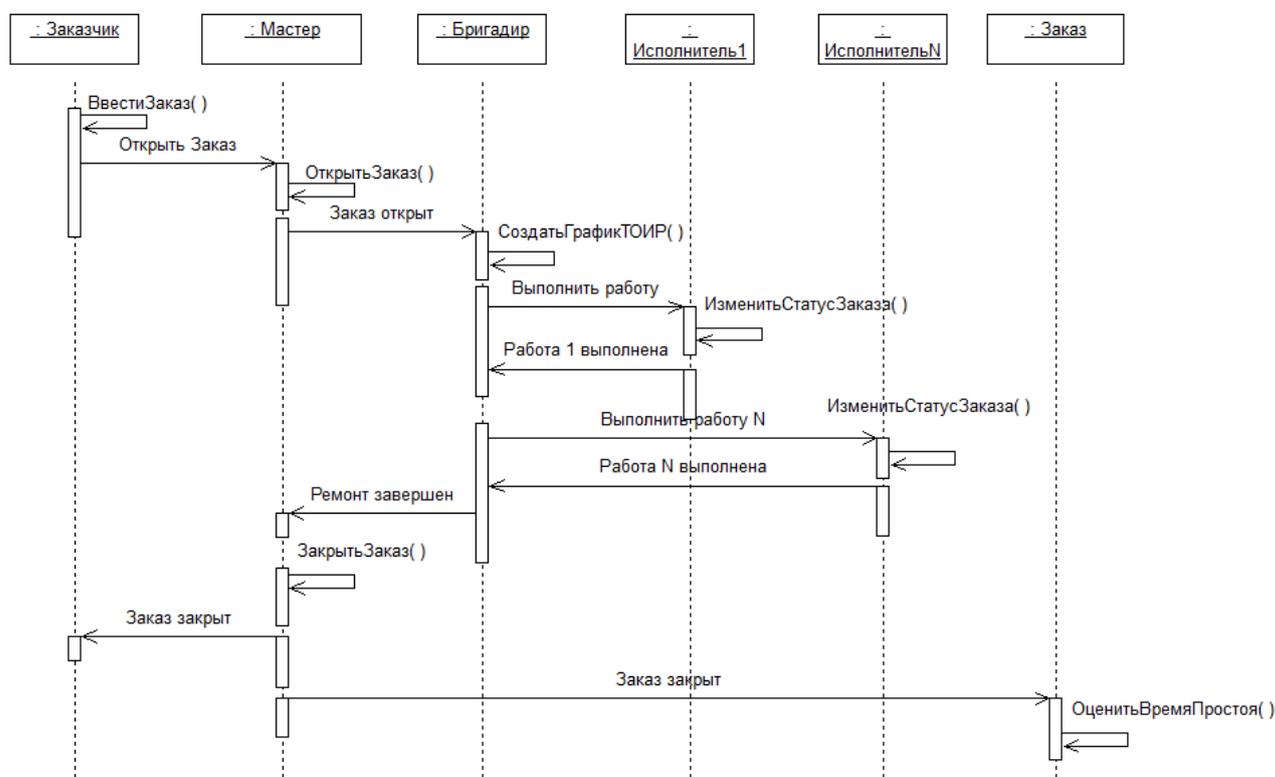


Рисунок 3.9 - Диаграмма последовательности процесса управления заказами ремонтного подразделения

Объект Мастер выполняет процедуру входного контроля заказа и изменяет статус заказа, переводя его в состояние «Заказ открыт». Соответствующее сообщение отправляется объекту Бригадир, который на основании данных заказа формирует график ТОиР.

Объект Бригадир обращается к объекту Исполнитель 1 с сообщением «Выполнить работу 1» согласно графику ТОиР.

Объект Исполнитель 1 изменяет статус заказа и передает объекту Бригадир сообщение «Работа 1 выполнена».

Объект Бригадир обращается к объекту Исполнитель N с сообщением «Выполнить работу N» согласно графику ТОиР.

Объект Исполнитель N изменяет статус заказа и передает объекту Бригадир сообщение «Работа N выполнена».

Объект Бригадир обращается к объекту Мастер с сообщением «Ремонт завершен».

Объект Мастер изменяет статус заказа, переводя его в состояние «Заказ закрыт». Соответствующее сообщение отправляется объекту Заказчик и объекту Заказ.

Объект заказ выполняет операцию оценки времени простоя оборудования.

Процесс управления заказами на ТОиР завершается.

3.2.5 Функциональное тестирование системы электронного документооборота управления заказами на техническое обеспечение и ремонт химического оборудования

Для проведения функционального тестирования СЭД управления заказами на ТОиР химического оборудования разработаны программа и методика.

Программа и методика тестирования СЭД управления заказами на ТОиР химического оборудования

1. Объект тестирования.

Объектом тестирования является программное обеспечение (ПО) СЭД управления заказами на ТОиР химического оборудования разработаны программа и методика (далее – СЭД).

Предъявляемое для тестирования ПО должно быть представлено в составе, достаточном для проведения полнофункционального тестирования в соответствии с настоящими программой и методикой тестирования.

2. Цель тестирования.

Целью тестирования ПО СЭД является:

- проверка ПО СЭД на соответствие утвержденному проекту адаптации и внедрения СЭД;
- проверка функциональности ПО СЭД;
- проверка качества интерфейса пользователя ПО СЭД;

– проверка качества информационного обмена между модулями ПО СЭД.

3. Общие положения.

Настоящая программа и методика тестирования ПО СЭД производством предназначены для Программиста 1с8 (далее – Программиста) и Мастера ремонтного подразделения (далее - Мастера) для проведения ими тестирования ПО СЭД. Тестирование ПО СЭД выполняется на территории ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Тестирование ПО СЭД проводит Программист при участии Мастера.

4. Методика тестирования.

Функциональное тестирование ПО СЭД проводится с помощью автоматизированного тестирования (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 - Схема процесса автоматизированного тестирования ПО СЭД управления заказами на ГОиР химического оборудования

5. Оформление результатов тестирования.

По результатам тестирования составляется протокол по установленной на химическом предприятии форме.

3.3 Апробация методики тестирования системы электронного документооборота управления заказами на техническое обеспечение и ремонт химического оборудования

Предлагаемая методика автоматизации прошла успешную апробацию на предприятии по ремонту химического оборудования г. Тольятти.

Выполнена адаптация программного обеспечения СЭД управления заказами и ее интеграция в КИС предприятия.

В процессе апробации была симитирована ситуация нарушения срока выполнения одной из работ по ремонту химического оборудования.

Установленный срок ремонта оборудования по графику ТОиР – 15 дн.

Реальный срок ремонта оборудования, который зафиксировала программа – 18 дн.

Было выполнено функциональное тестирование программного обеспечения СЭД управления заказами на ремонт.

По результатам тестирования составлен протокол (таблица 3.5).

Таблица 3.5 - Протокол тестирования ПО СЭД управления заказами на ТОиР химического оборудования

| Ном ер этап а | Описание | Результат тестирования | Рекоменд ации | Примеча ние |
|------------------------|---|--|------------------|----------------|
| 1. | проверка ПО на соответствие утвержденному проекту разработки и внедрения системы | соответствует | нет | |
| 2. | проверка функциональности ПО, в том числе контроль времени простоя оборудования в ремонте | время простоя составляет 3 дн., что соответствует расчетам | нет | |
| 3. | проверка качества интерфейса пользователя ПО | соответствует требованиям | нет | |

| Номер этапа | Описание | Результат тестирования | Рекомендации | Примечание |
|----------------|---|---------------------------|--------------|------------|
| 4. | проверка качества информационного обмена между отдельными модулями ПО | соответствует требованиям | нет | |

Протокол тестирования утвержден начальником ремонтного подразделения предприятия.

Таким образом, апробация тестирования подтвердила широкие функциональные возможности используемой СЭД управления заказами.

На основании вышеизложенного можно утверждать, что автоматизация управления заказами на ТОиР обеспечит надежный контроль времени простоя оборудования в ремонте и принятие мер по его сокращению.

Это подтверждает эффективность предлагаемой методики автоматизации управления заказами на ТОиР.

Успешная апробация на предприятии по ремонту химического оборудования подтверждается соответствующей справкой (Приложение А).

Выводы к главе 3

1. Анализ источников подтвердил недостаточность работ, посвященных вопросу разработки методики автоматизации ТОиР для химических предприятий, что обусловило необходимость разработки новой методики автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

2. В рамках предлагаемой методики автоматизации разработаны алгоритмы управления заказами, реализованные в процессе внедрения и адаптации ПП «1С: ТОиР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования».

3. Простота адаптации и интеграции СЭД управления заказами обусловлена применением в качестве базового решения ПП на платформе «1С: Предприятие 8.х».

4. Апробация методики автоматизации подтвердила широкие функциональные возможности используемой СЭД управления заказами. На основании вышеизложенного можно утверждать, что автоматизация управления заказами на ТОиР обеспечит контроль времени простоя оборудования в ремонте и принятие мер по его сокращению. Таким образом, подтверждается эффективность предлагаемой методики автоматизации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью магистерской диссертации является исследование методов и средств и разработка методики автоматизации, обеспечивающей повышение эффективности управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности.

Выполненные в работе научные исследования представлены следующими основными результатами.

1. Проанализированы подходы к управлению эффективностью ремонтных подразделений предприятий химической промышленности. Как показал анализ, задача автоматизации управления эффективностью ремонтного подразделения предприятия химической промышленности может быть сведена к задаче автоматизации электронного документооборота управления заказами указанного подразделения.

2. Проанализированы методы и средства автоматизации управления ремонтными подразделениями предприятий химической промышленности. Для разработки методики автоматизации управления заказами выбраны методы локальной автоматизации и внедрение адаптируемого ИТ-решения СЭД управления заказами, на основе типового ИТ-решения «1С: ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования».

3. На основе выбранных методов и средств разработана методика автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности, которая состоит из 5 этапов.

4. Выполнена апробация предлагаемой методики. Функциональное тестирование СЭД управления заказами подтвердило широкие функциональные возможности последней, в том числе обеспечение контроля времени простоя оборудования химического предприятия в ремонте и принятие мер по его сокращению. Таким образом, подтверждается эффективность предлагаемой методики автоматизации.

Таким образом, в работе решена актуальная научно-практическая проблема исследования методов и средств и разработка методики

автоматизации управления заказами на ТОиР оборудования химического предприятия.

Гипотеза исследования подтверждена.

Значение диссертационной работы определяется тем, что в ее рамках исследованы возможности повышения эффективности управления деятельностью ремонтных подразделений химических предприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-правовые акты

1. ГОСТ 18322-2016 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.

2. ГОСТ 34.601-90 Разработка информационной системы управления.

Научная и методическая литература

3. Артемов А.В. Автоматизация процесса организации сервисного обслуживания и ремонта территориально распределенного стационарного оборудования: автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. / А.В. Артемов. – Орел.:ОрелГТУ, 2010. – 20 с.

4. Кизим А.В. Постановка и решение задач автоматизации работ по ремонту и техническому обслуживанию оборудования / А.В. Кизим // Доклады ТУСУРа. – 2009. - № 2 (20). – С. 131-135.

5. Кондратов Д.В. Моделирование системы электронного документооборота и делопроизводства / Д.В. Кондратов, О.А. Перепелкина // Математическое моделирование, компьютерный и натурный эксперимент в естественных науках. – 2016. –№2. – С.19-22.

6. Кузнецов А.С. Автоматизация управления эффективностью ремонтной службы химического предприятия / А.С. Кузнецов // Вестник научных конференций. – 2019. - №4(2). - С. 75-76.

7. Кузнецов А.С. Предложение по оптимизации информационной среды предприятия машиностроительной отрасли / А.С. Кузнецов // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: Сборник научных статей IV научно-практической международной конференции (школы-семинара) молодых ученых. – Тольятти.- 2018. – С. 429-432.

8. Матюшкин В.А. Автоматизация процессов управления техническим обслуживанием и ремонтами на базе программного комплекса TRIM / В.А. Матюшкин // Записки Горного института. -2008. - Т.177. – С. 44-49.

9. Мкртычев С.В. Моделирование системы электронного документооборота урегулирования убытков страховой компании / С.В. Мкртычев, А.В. Очеповский // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. - 2014. - №1(27). –С. 53-57.

10. Степанова Р.Р. Методы и инструментальные средства повышения экономической эффективности ремонтных служб химических предприятий: автореферат диссертации на соискание учетной степени к.э.н. / Р.Р. Степанова. –М.:РХТУ, 2004. – 19 с.

Электронные ресурсы

11. 1С: Предприятие 8 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://v8.1c.ru> (дата обращения 09.04.2019 г.).

12. 1С:ТОИР Управление обслуживанием и ремонтами оборудования [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://solutions.1c.ru/catalog/eam2/features> (дата обращения 09.04.2019 г.).

13. Артемьев В. Методы и средства автоматизации учрежденческой деятельности [Электронный ресурс] / В. Артемьев // Системы безопасности связи и телекоммуникаций. -1996. -№6. - Режим доступа: http://citforum.ru/ofis/articles/art_1.shtml (дата обращения 09.04.2019 г.).

14. Грекул В. И. Проектирование информационных систем. Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям в области информационных технологий / В. И. Грекул, Г. Н. Денищенко, Н. Л. Коровкина. - Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Вузовское образование, 2017. — 303 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67376.html> (дата обращения 09.04.2019 г.).

15. Иванов А. КРІ при управлении ремонтами [Электронный ресурс] / А. Иванов // Экономика и жизнь. -2009.- №04(9270). — Режим доступа: <https://www.eg-online.ru/article/51511/> (дата обращения 09.04.2019 г.).

16. Информационные системы и технологии в экономике и управлении. Экономические информационные системы [Электронный ресурс] : учебное

пособие / Е. В. Акимова, Д. А. Акимов, Е. В. Катунцов, А. Б. Маховиков. — Саратов : Вузовское образование, 2016. — 172 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47675.html> (дата обращения 09.04.2019 г.).

17. Классификация и специфицирование требований (RUP) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/2188/174/lecture/4726?page=2> (дата обращения 09.04.2019 г.).

18. Методы автоматизации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ntc-eco-n.ru/news/industry/30-metodi-avtomatizacii> (дата обращения 09.04.2019 г.).

19. Организация ремонтной службы химического предприятия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.gaps.tstu.ru/win-1251/lab/sreda/rmeho/rem_9/R1.html (дата обращения 09.04.2019 г.).

20. Решение проблемы интеграции СЭД с другими корпоративными приложениями [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://lektsii.org/15-31881.html> (дата обращения 09.04.2019 г.).

21. Система управления производственными активами «Галактика ЕАМ» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://t-asu.ru/products/galaktika-eam/> (дата обращения 09.04.2019 г.).

22. Система Global-EAM для управления ремонтами и ТО оборудования [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://global-system.ru/index.php?id=59&idp=3> (дата обращения 09.04.2019 г.).

23. Средства автоматизации документооборота [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.avacco.ru/page.asp?code=sredstva_avtomatizacii_documentooborota (дата обращения 09.04.2019 г.).

24. Степанова Е. Н. Система электронного документооборота (облачное решение) [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Н. Степанова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 182 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73341.html> (дата обращения 09.04.2019 г.).

25. Танасичук Д. Основные бизнес-процессы управления техническим обслуживанием и ремонтами [Электронный ресурс] / Д. Танасичук // Управление предприятием. - 2012. - №12(23). — Режим доступа: http://upr.ru/article/rossiyskie-praktiki-upravleniya/OSNOVNYE_BIZNES_PROCESSY_UPRAVLENIYA_TEHNICHESKIM_OBSLUZHIVANIEM_I_REMONTAMI.html (дата обращения 09.04.2019 г.).
26. Управление техническим обслуживанием и ремонтами: Tops consulting [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.iemag.ru/upload/iblock/78b/tops.pdf> (дата обращения 09.04.2019 г.).
27. Ящура А. И. Система технического обслуживания и ремонта оборудования химической промышленности [Электронный ресурс] : справочник / А. И. Ящура. — М. : ЭНАС, 2012. — 448 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17811.html> (дата обращения 09.04.2019 г.).
28. Elements of Maintenance Success in the Chemical Industry [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.acruent.com/resources/blog-posts/3-elements-maintenance-success-chemical-industry> (дата обращения 09.04.2019 г.).
29. Enterprise content management [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://searchcontentmanagement.techtarget.com/definition/enterprise-content-management-ECM> (дата обращения 09.04.2019 г.).
30. Maintenance and Repair. Planning and Scheduling [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://web.utk.edu/~kkirby/IE591/Planning_Scheduling.pdf (дата обращения 09.04.2019 г.).
31. Top Enterprise Content Management (ECM) Software [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www3.technologyevaluation.com/sd/category/enterprise-content-management-ecm> (дата обращения 09.04.2019 г.).

Литература на иностранном языке

32. Cooper N. Go beyond condition monitoring, Chemical Processing Special Reports, 2018.
33. Enterprise Content Management: Breaking the Barriers to Broad User Adoption, A Microsoft White Paper, 2006.
34. Jenkins T. and others. Enterprise Content Management Methods: What You Need to Know, Open Text Corporation, Ontario, 2005.
35. Sikorska J., Hammond L., Kelly P. Identifying failure modes retrospectively using RCM data. In ICOMS Asset management conference. Melbourne, Australia, 2007.
36. Trąbka J. The Proposal for Modeling Methodology for Enterprise Content Management (ECM) Systems: Modeling Tools Selection.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Справка об апробации

СПРАВКА ОБ АПРОБАЦИИ

Настоящей справкой подтверждается, что методика автоматизации управления заказами ремонтного подразделения предприятия химической промышленности, представленная в магистерской диссертации Кузнецова Алексея Сергеевича, прошла успешную апробацию в ПАО «ТОАЗ».

Система управления документооборотом заказов реализована на базе программного продукта «1С: ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования».

Начальник ремонтного
подразделения

М.П.



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "V. V. Kalyabin".

Калябиров В. В.