

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)

Политехнический институт: заочный
Кафедра «Системы автоматического управления»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____/ В.И. Ширяев

« ____ » _____ 2017 г.

Автоматизированная информационная система контроля производства
деталей для оборудования

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 27.03.04.2017.076.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы

ст. преп. каф САУ

_____/ В.П.Щербаков

« ____ » _____ 2017 г.

Автор работы

студент группы ПЗ-599 _____

_____/ М.А. Чванова

« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролер

ст. преп. каф САУ

_____/ В.П.Щербаков

« ____ » _____ 2017 г.

Аннотация

Чванова М.А. Автоматизированная информационная система контроля производства деталей для оборудования: ЮУрГУ, Политехнический институт: заочный, ПЗ – 599, 2017, 61 с., 26 ил., 4 табл., библиогр. список – 7 наим., 2 прил., 13 листов слайдов презентации ф. А4.

В работе проведен анализ существующих процессов производства деталей, на основе которого выполнено обоснование разработки автоматизированной системы контроля производства, разработана ее функциональная, информационная и математическая модель, произведено проектирование и выполнена реализация базы данных, а также разработан и реализован пользовательский интерфейс.

Разработанная автоматизированная система контроля производства деталей для оборудования позволяет качественно и эффективно выполнять проектирование конструкторской документации на предприятии.

27.03.04.2017.076.00 ПЗ

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | |
|-----------|------|----------------|---------|------|--|----------------------|------|--------|
| Разраб. | | Чванова М.А. | | | Автоматизированная информация система контроля производства деталей для оборудования | Лит. | Лист | Листов |
| Провер. | | Щербачков В.П. | | | | Д | 4 | 61 |
| Н. Контр. | | Щербачков В.П. | | | | ЮУрГУ Кафедра САУ | | |
| Утверд. | | Ширяев В.И. | | | | | | |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 6 |
| 1 ОБЩЕСИСТЕМНАЯ ЧАСТЬ..... | 8 |
| 1.1 Описание объекта автоматизации..... | 8 |
| 1.2 Анализ и общая характеристика предметной области..... | 10 |
| 1.3 Концептуализация разработки системы..... | 14 |
| 1.4 Техническое задание..... | 26 |
| 2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ..... | 28 |
| 2.1 Описание постановки комплекса задач..... | 28 |
| 2.2 Описание функциональных моделей..... | 29 |
| 2.3 Построение контура управления..... | 36 |
| 2.4 Информационное обеспечение комплекса задач..... | 38 |
| 2.5 Математическая модель..... | 39 |
| 2.6 Организация программного обеспечения..... | 47 |
| 2.7 Схема алгоритма программы..... | 50 |
| 2.8 Описание программной реализации комплекса задач..... | 51 |
| 2.9 Описание комплекса технических средств..... | 53 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 56 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | |
| ПРИЛОЖЕНИЯ..... | 58 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А | |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б | |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 5 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 27.03.04.2017.076.00ПЗ | | | | | |

ВВЕДЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы считается создание автоматизированной системы контроля производства деталей для оборудования в компании «Новые технологии».

На сегодняшний день использование информационных технологий является одним из ключевых направлений в совершенствовании всех аспектов деятельности множества компаний. Современные фирмы требуют все больше оперативной информации при принятии управленческих решений. В период стремительных изменений на рынке, более короткого цикла обращения продукции и услуг, изменчивости узкопотребительского спроса значима фундаментальность информационной базы для принятия решений и контроля за их исполнением. Тут информация предоставляет значимую роль в выдаче данных для принятия управленческих решений, и считаются одним из факторов, которые обеспечивают снижение потерь изготовления и увеличение его производительности. Особую роль предоставляет прогнозирование рыночных действий.

Один из главных источников минимизации издержек и затрат компании и оптимизации способов ведения бизнеса, в соответствии с нынешней рыночной ситуацией считаются информационные системы.

Автоматизированные информационные системы подразумевают участие в ходе обработки информации и человека, и промышленных средств, при этом основная роль отводится компьютеру. В нынешнем толковании в термин "информационная система" вкладывается обязательно понятие автоматизируемой системы.

Эта выпускная квалификационная работа основана на итогах, приобретенных в процессе преддипломной практики в компании «Новые технологии». Главным типом работы этой компании считается предоставление полного комплекса работ при осуществлении проектов технологического оснащения и металлоконструкций разного профиля,

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 6 |

начиная с закупки материала и комплектующих и завершая монтажом оснащения на территории заказчика.

Изготовление элементов для оборудования – процедура крайне трудоемка, содержит в себе множество этапов и стадий. Организация работ, их осуществление и дальнейший контроль выполнения сопровождается огромным количеством документации.

Всем, кому по роду своей деятельности доводится иметь дело с бумажным документооборотом, знакомы проблемы, связанные его ведением. С целью решения данных проблем в этом дипломном проекте демонстрируется разработка информационной системы проверки производства деталей для оборудования, которая позволит повысить эффективность управления на предприятии.

Вследствие внедрения данной системы, появятся возможности:

- Осуществить результативное руководство проектными результатами за счет принятия своевременных и аргументированных решений.
- Контроль процесса производства.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 7 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1 ОБЩЕСИСТЕМНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Характеристика предприятия

Фирма "Новые технологии" предоставляет целый комплекс работ по осуществлению проектов технологического оборудования и металлоконструкций разного профиля, в том числе покупка материала и их комплектующих и оснащение оборудования на территории клиента.

Фирма «Новые технологии» содержит соглашение по комплексному обслуживанию и модернизации производственных мощностей, обеспечению всем важным, обеспечивая всеми требующимися деталями и, завершая добавочными устройствами технологического направления.

Компания берет на себя обязательства по осуществлению нынешних исправительных работ производственных мощностей, в этом количестве со сменой комплектующих, износившихся элементов, узлов и электрооборудования. Владея своей производственной базой, компания по каждому заказу клиента разработает и изготовит любые виды уникального оборудования, оснастки, механических средств транспортировки, дополнительных приспособлений, емкостей.

Для многих фирм разных областей индустрии, не стремящихся обременять себя содержанием собственных технических служб и станочного парка, стоит проблема с размещением несерийных и мелкосерийных заявок на уникальное оборудование.

Фирма, стремится гарантировать своим покупателям групповые услуги и уберечь их от непрофильного вида работы:

- планирование и производство уникального оборудования;
- усовершенствование имеющихся технологических факторов;
- изготовление добавочных элементов и узлов для нестандартного оборудования;
- современное обслуживание оборудования клиента;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 8 |

- осуществление срочных заказов по производству и замене элементов и узлов;
- изготовление персональной и мелкосерийной продукции;
- сотрудничество с инженерными службами заказчиков по выполнению программы изготовления и элементов деталей и узлов в строго согласованное время.

Таким образом, фирма предлагает мгновенное сотрудничество по производству деталей и узлов уникального оборудования по персональным и серийным заказам.

Во время планирования оборудования сотрудники учитывают все особенности производства и существующие возможности клиента. Они также изготавливают оборудование по проектной документации заказчика.

Перед отправкой готового заказа клиенту осуществляют контрольную сборку, тестирование и испытание на собственной производственной базе.

На всю продукцию и обслуживание предоставляется гарантия.

Так как компания изготавливает элементы по персональным заказам, то в ходе производства они испытывают значительные изменения, в этой ситуации есть смысл создавать общую автоматизированную систему проектирования, которая вела деталь с момента оформления клиентом заказа и до выдачи ему готового элемента со всей сопроводительной документацией.

Организационная структура компании представлена на рисунке 1.1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 9 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

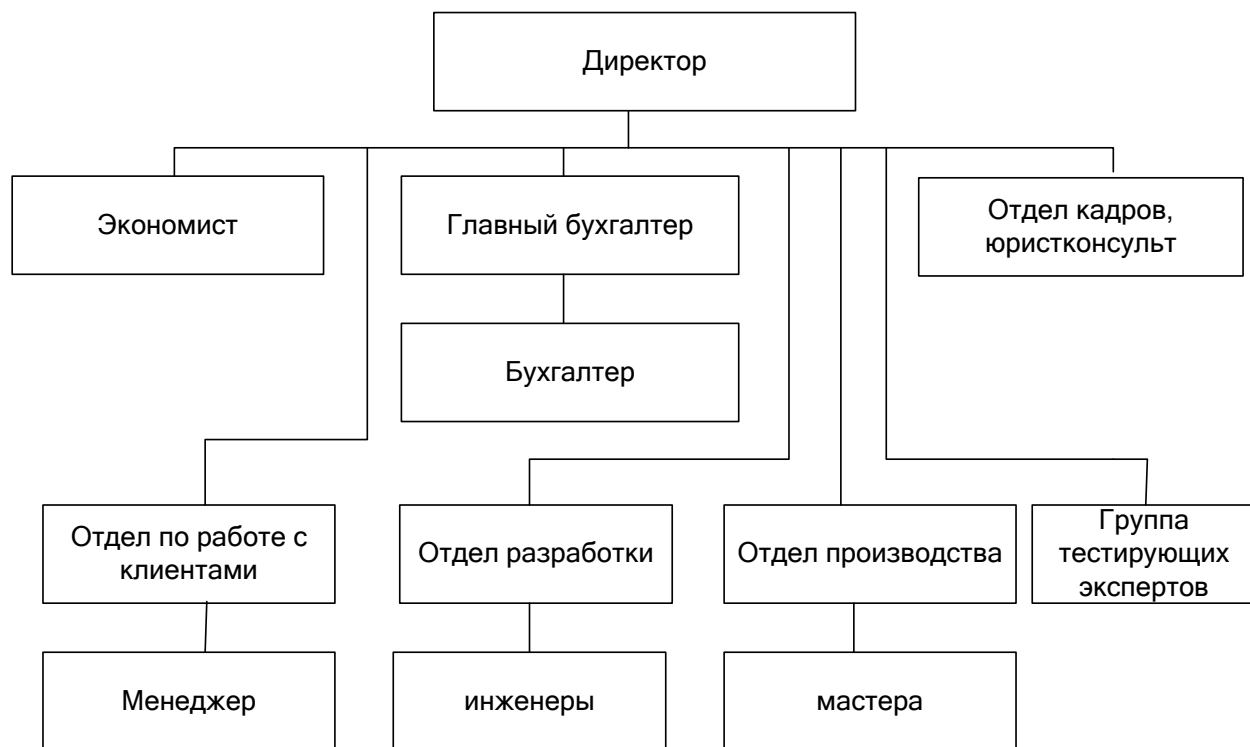


Рисунок 1.1– Организационная структура компании «Новые технологии»

1.2 Анализ и общая характеристика предметной области

На сегодняшний день процесс контролирования изготовления элементов для оборудования еще не автоматизирован.

С целью рассмотрения предметной области в данном дипломном проекте применяется высокоструктурный подход и поддерживающая его методика IDEF.

В настоящее время для создания системы имеются разнообразные методологии, из числа которых можно выделить: отечественную - регламентируемую ГОСТами и SADT методологию системного анализа и проектирования, принятую в Соединенных Штатах Америки. Следует выделить тот факт, что с целью применения нашей методологии нет развитых средств автоматизации проектирования.

1.2.1 Описание существующей системы контроля производства деталей для оборудования.

С целью отождествления имеющегося в настоящий период времени контролирования изготовления элементов для оборудования опишем существующий в компании «Новые технологии» процедура учета при осуществлении работ. Именно поэтому строится мнемосхема процесса управления производсва деталей для оборудования до внедрения системы в соответствии с IDEF-технологией (Рисунок 1.2).

Все документы, представленные на мнемосхеме, существуют на бумажных носителях.

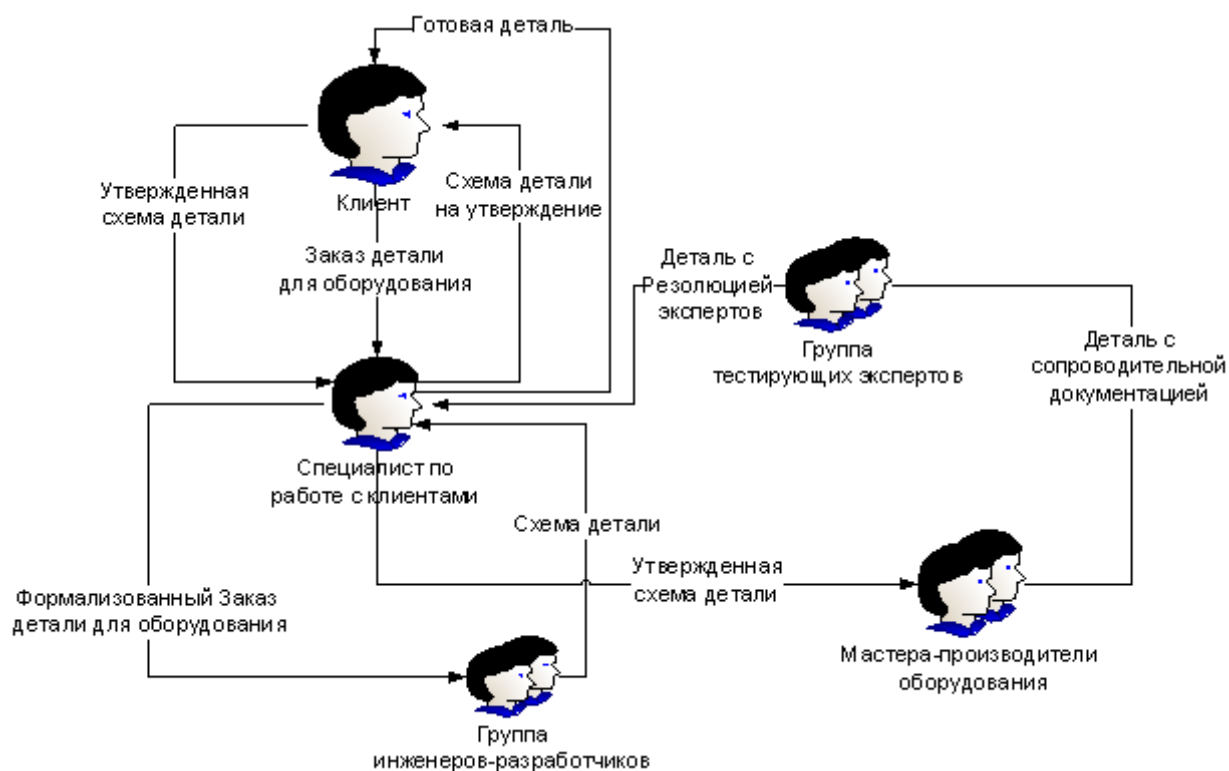


Рисунок 1.2– Мнемосхема существующего процесса до внедрения системы

Заказчик обращается в фирму и заполняет специальную анкету, описывает необходимую деталь для оборудования, специалист по работе с

клиентами передает персональный заказ инженерам-разработчикам, которые готовят схему детали.

После этого заготовка утверждается заказчиком и передается мастерам разработчикам оборудования, которые производят необходимый элемент и готовят для нее сопроводительную документацию с указанием возможных отказов. После этого они передают этот пакет группе тестирующих экспертов, которые производят испытания на отказы и делают соответствующие пометки в сопроводительной документации. Затем деталь с конечным пакетом документов передается заказчику.

1.2.2 Формулировка задачи усовершенствования комплекса задач

В период прохождения практики передо мной существовала задача рассмотрения производственной работы компании «Новые Технологии» для формирования автоматизированной информационной концепции контроля изготовления элементов для оборудования. Выполненные исследования предоставили не только описать систему контролирования изготовления, но и обнаружить минусы, слабые зоны и сформировать советы по модернизации имеющийся системы.

1.2.3 Предложения по разработке автоматизированной информационной системы контроля производства деталей для оборудования.

Целью выпускной квалификационной работы является исследование проблем, функций системы производства компонентов для оборудования и выявления отличительных черт управления контролем производства для разработки и использование этой системы в фирму. А поскольку процесс изготовления элементов происходит в несколько этапов и каждый из них производится разными группами работников, есть смысл внедрить общую автоматизированную систему моделирования и изготовления деталей,

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 12 |

которая бы связывала весь этот процесс создания элементов. Это позволит избежать путаницы в документах и облегчить поиск истории процесса.

Именно для того, чтобы облегчить работу на производстве, и разрабатывается проект по автоматизации системы проектирования, которые позволяют: снизить шанс возникновения ошибки на этапе проекта, а также мгновенно вносить правки в проект по требованию клиента.

Объектом изучения считаются проблемы, функции и особенности оперативного управления созданием элементов в компании «Новые технологии».

Все предложения по реорганизации процесса производства деталей для оборудования представлены в мнемосхеме предлагаемого процесса управления работами (Рисунок 1.3)

Из представленной мнемосхемы видно, что проблема контроля производства деталей решена посредством введения базы данных.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 13 |

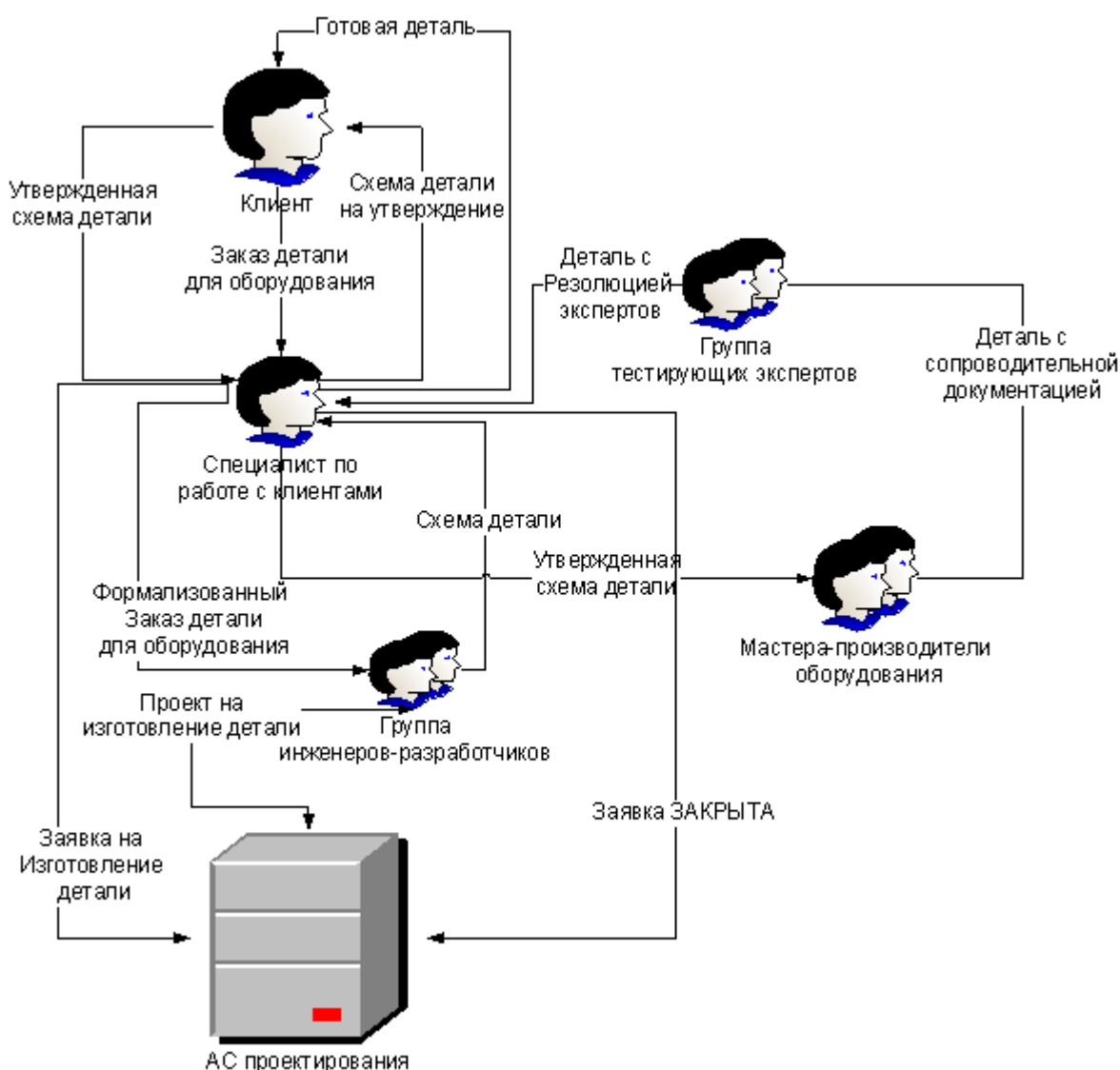


Рисунок 1.3 – Мнемосхема предлагаемого процесса контроля производства деталей

1.3 Концептуализация разработки системы

Проектируя сложные системы, такие как рассматриваемая АИС контроля производства деталей для оборудования, важно уметь представлять и формировать различные свойства системы и их поведение в пространстве и времени в соответствии с объективными принципами их существования, так как нарушение этих принципов приводит к техническим противоречиям и потере эффективности. В этом подзаголовке проводится анализ общесистемных принципов, применимых при проектировании АИС.

С целью решения вопросов по управлению хода проведения

экспертизы промышленной безопасности требуется иметь функциональную модель системы управления, которая включает в себя декомпозицию функций (действий) до простейших операций и описание информационного взаимодействия. Это представление осуществляется посредством IDEF0-технологии, которая именуется методом функционального моделирования [11].

Имеется всего два подхода для описания предметной области: функционально-ориентированный и объектно-ориентированный. Сущность функционально-ориентированного подхода заключается в декомпозиции системы на функции. Система делится на функциональные подсистемы, которые в свою очередь делятся на подфункции, разделяемые на подзадачи. Объектно-ориентированный подход использует объектную декомпозицию, при этом статическая структура системы описывается в терминах объектов и связей между ними. Поведение системы – в терминах обмена между объектами каждой системы, которая обладает своим собственным поведением, моделирующим поведение объекта реального мира. В данной выпускной квалификационной работе выбран функционально-ориентированный подход. Ведь описание декомпозиций всех функций – поистине главный момент [10].

1.3.1 Методология функционального моделирования IDEF0.

На сегодняшний день для проектирования АИС существуют различные методологии, среди которых можно выделить: отечественную - регламентируемую ГОСТами и SADT методологию системного анализа и проектирования, принятую в США. Хотелось бы отметить тот факт, что для применения отечественной методологии нет развитых средств автоматизации проектирования.

Важными стандартами, которые направлены на поддержание методологии SADT в области проектирования систем считаются стандарты IDEF0 и IDEF1X.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 15 |

Международный стандарт SADT (Structured Analysis and Design Technique - Методология Структурного Анализа и Проектирования) для автоматизированного управления аэрокосмической промышленностью использует основу языка IDEF (ICAM DEFinition methodology - методология определения ICAM - Integrated Computer-Aided Manufacturing - Интегрированная программа компьютеризации промышленности), которая представляет собой специальный язык для описания проектов информационно-управляющих систем. Помимо этого он имеет несколько пакетов программ, которые его поддерживают. Программа интегрированной компьютеризации производства (ICAM), предложенная ВВС США, нацелена на увеличение производительности в промышленности, которая внедрила в процесс управления компьютерные технологии. Подход, который лежит в основе программы ICAM, заключается в разработке структурных методов, которые способствуют внедрению компьютерных технологий в промышленном производстве, и использованию этих методов для наилучшего понимания путей увеличения эффективности производства [1,2,10-12].

Программа ICAM определила необходимость в более современных способах обмена информацией и методах анализа производственных систем для всех работников, занимающихся увеличением производительности. Для удовлетворения этой потребности в рамках программы ICAM разработана методология IDEF (ICAM DEFinition), которая позволяет проводить исследования определенных характеристик промышленного производства.

Рассмотрим основные стандарты, которые направлены на поддержание методологии SADT в области проектирования систем.

IDEF0 используется для создания функциональной модели (ФМ), являющейся структурированным изображением функций производственной системы и ее связей со средой, семантики, отражающей эти функции.

Формально функциональная схема представляет собой ориентированный граф вида:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 16 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$G = (F, D, L), \quad (1.1)$$

где: $F = \{F_1, F_2, \dots\}$ - это множество вершин (функциональных блоков),

$D = \{D_1, D_2, \dots\}$ - множество направленных дуг,

$L \subseteq D \times F \cup F \times D$ - отношение инцидентности.

В терминах IDEF0 система представляется в виде комбинаций блоков и дуг. Блоки используются для представления функций системы и сопровождаются текстом на естественном языке.

Дуги же представляют множества объектов (как физических, так и информационных).

Управляющие выполнением функции данные входят в блок сверху, то время как информация, подвергающаяся воздействию функции, показана с левой стороны блока; результаты выхода показаны с правой стороны. Механизм (человек или автоматизированная система), осуществляющий функцию, представляется дугой, который входит в блок снизу [10-12].

В основе методологии IDEF0 лежат следующие правила:

– функциональный блок (или Функция) преобразует Входы в Выходы (то есть входную информацию в выходную). Управление определяет: когда и как это преобразование может или должно произойти. Исполнители осуществляют это преобразование.

– с дугами связаны надписи (или метки) на естественном языке, описывающие данные, которые они представляют. Дуги показывают, как функции между собой взаимосвязаны, как они обмениваются данными. Дуги могут разветвляться и соединяться.

– функциональный блок, который представляет систему в качестве единого модуля, детализируется на другой диаграмме с помощью нескольких блоков, которые соединяются между собой интерфейсными дугами. Эти блоки представляют собой основные подфункции (подмодули) единого исходного модуля. Каждый из данных подмодулей может быть декомпозирован подобным же образом для более детального представления.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 17 |

На основе этой методологии построена функциональная модель процесса управления ремонтных работ, описывающая функционирование системы до уровня документов и приведена в приложении А.

1.3.2 Методология информационного моделирования IDEF1X

В базисе построения информационной концепции, отображающей текущую систему, установлена 2ая ось – система сущностей и взаимосвязей, согласно которой выявляется внутренняя структура компонентов и взаимоотношений, либо функций и предметов их объединяющих. Именно в отношении с этой дополнительной осью и строится информационная модель [13,14].

С целью формирования рациональной среды отражения сведений требуется точка зрения, именуемая концептуальной схемой. Она не связана ни с каким определенным использованием данных и не находится в зависимости от того, на каком физическом уровне осуществляется сохранение данных и/или доступ к ним.

Концептуальная модель требуется для осуществления непротиворечивой интерпретации сведений в их взаимосвязи. А это необходимо для интеграции, общего применения и управления целостностью сведений.

Методика IDEF1X – это формализованный язык для контекстного моделирования данных, созданный на концепции «сущность – отношение». С целью создания информационной модели используется IDEF1. В свою очередь, этот формализованный язык представляет структуру информации, которая необходима для поддержки функций производственной системы или среды.

Информационное моделирование предполагает исследование логической структуры данных о предметах системы. Эта закономерная структура считается важным дополнением к функциональной модели.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 18 |

именуется «идентифицирующим отношением». В другом случае отношение называется не идентифицирующим [1].

Таким образом, некоторые действительно существующие предметы считаются категориями других действительно существующих предметов, то некоторые сущности обязаны, в некотором смысле, быть категориями других сущностей.

Неспецифическое взаимоотношение, именуемое также «отношением многого - ко – многому», - это связь между двумя сущностями, при которой каждый тип 1ой сущности связан с произвольным (в том числе нулевым) количеством экземпляров 2ой сущности, а каждый экземпляр 2ой сущности связан с произвольным (в том числе нулевым) количеством экземпляров 1ой сущности [10-12].

Связь изображается линией, проводимой между сущностью-родителем и сущностью-потомком с точкой на конце линии у сущности-потомка. Идентифицирующая связь между сущностью-родителем и сущностью-потомком изображается сплошной линией (рисунок 1.5). Сущность-потомок в идентифицирующей связи является зависимой от идентификатора сущностью. Сущность-родитель в идентифицирующей связи может быть как независимой, так и зависимой от идентификатора сущностью (это определяется ее взаимосвязями с прочими сущностями).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 20 |

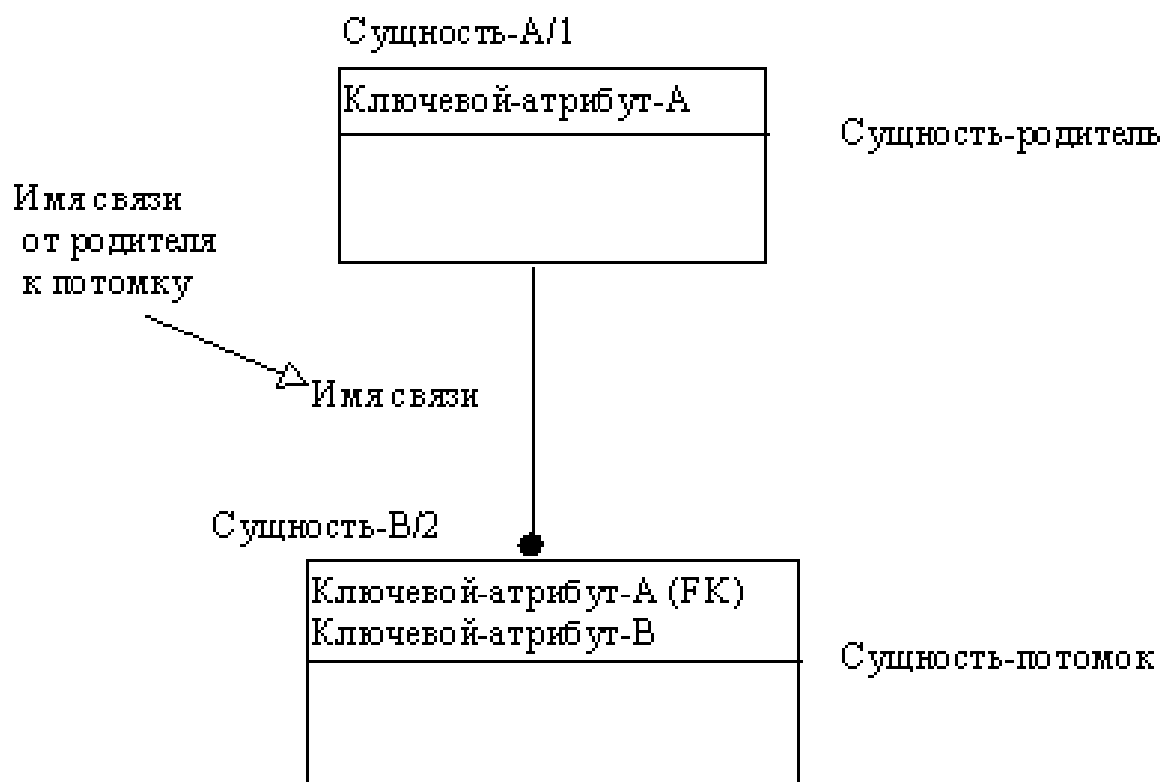


Рисунок 1.4—Идентифицирующая связь

Пунктирная линия изображает неидентифицирующую связь (рисунок 1.6). Сущность-потомок в неидентифицирующей связи будет независимой от идентификатора, если она не считается также сущностью-потомком в какой-либо идентифицирующей взаимосвязи.

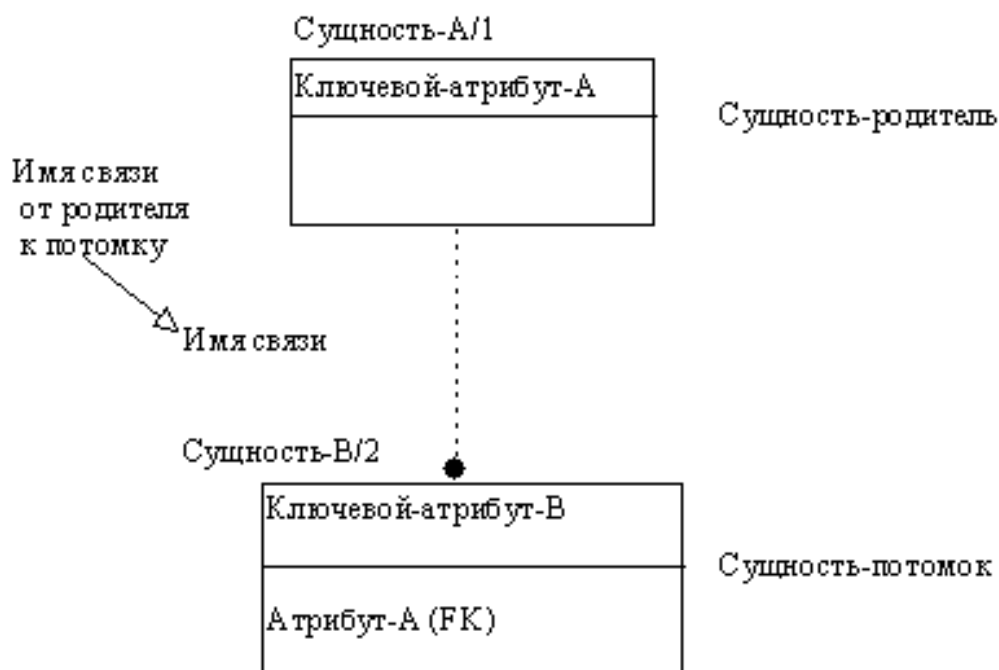


Рисунок 1.5– Неидентифицирующая связь

Сущность обладают одним или несколькими атрибутами, которые являются либо собственными для сущности, либо наследуются через отношение. Атрибуты однозначно идентифицируют каждый экземпляр сущности.

Каждый атрибут идентифицируется уникальным именем. Атрибуты изображаются в виде списка их имен внутри блока ассоциированной сущности, причем каждый атрибут занимает отдельную строку. Определяющие первичный ключ атрибуты размещаются наверху списка и отделяются от других атрибутов горизонтальной чертой (рисунок 1.7).

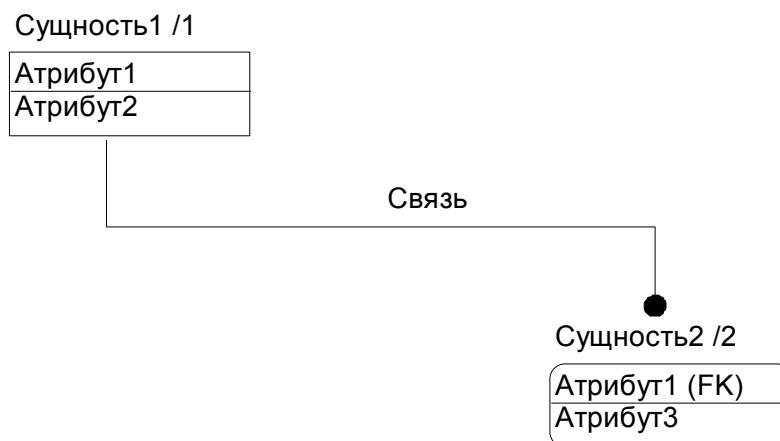


Рисунок 1.6 – Отображение сущности.

Правила атрибутов:

- каждый атрибут должен иметь уникальное имя, одному и тому же имени должно соответствовать одно и то же значение. Одно и то же значение не может соответствовать различным именам;
- сущность может обладать любым количеством атрибутов. Каждый атрибут принадлежит в точности одной сущности;
- сущность может обладать любым количеством наследуемых атрибутов, но наследуемый атрибут должен быть частью первичного ключа соответствующей сущности-родителя или общей сущности;
- для каждого экземпляра сущности должно существовать значение каждого его атрибута (правило не обращения в нуль);
- ни один из экземпляров сущности не может обладать более чем одним значением для связанного с ней атрибута (правило не повторения).

Информационная модель, построенная по методологии IDEF1X представляет логическую структуру баз данных системы и может быть использована для формирования физической структуры баз данных [2,10-12].

Информационная модель раскрывает реляционные свойства информационных образов реальных объектов по типу сущность - связь. Эти свойства полностью описываются правилами реляционной алгебры.

Информационная модель, построенная по методологии IDEF1X представляет логическую структуру баз данных системы и может быть использована для формирования физической структуры баз данных.

1.3.3. Математическая модель.

Для исследования характеристик процесса функционирования любой системы S математическими методами, включая и машинные, должна быть проведена формализация этого процесса, т.е. построена математическая модель [3].

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 23 |

Под математическим моделированием понимается процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью, и исследование этой модели, позволяющее получить характеристики рассматриваемого объекта.

Вид математической модели зависит как от природы реального объекта, так и задач исследования объекта и требуемой достоверности и точности решения этой задачи. Любая математическая модель, как и всякая другая, описывает реальный объект лишь с некоторой степенью приближения к действительности.

В практике моделирования объектов в области системотехники и системного анализа на первоначальных этапах исследования системы рациональнее использовать типовые математические схемы: дифференциальные уравнения, конечные и вероятностные автоматы, системы массового обслуживания, сети Петри и т.д.

Типовые математические схемы обладают преимуществом простоты и наглядности.

В качестве детерминированных моделей, когда при исследовании случайные факторы не учитываются, для представления систем, функционирующих в непрерывном времени, используются дифференциальные, интегральные, интегро-дифференциальные и другие уравнения, а для представления систем, функционирующих в дискретном времени, – конечные автоматы и конечно-разностные системы. В качестве стохастических моделей (при учете случайных факторов) для представления систем с дискретным временем используются вероятностные автоматы, а для представления системы с непрерывным временем – системы массового обслуживания и т.д.

При построении математических моделей процессов функционирования систем можно выделить следующие основные подходы: непрерывно-детерминированный (например, дифференциальные

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 24 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

уравнения); дискретно-детерминированный (конечные автоматы); дискретно-стохастический (вероятностные автоматы); непрерывно-стохастический (системы массового обслуживания); обобщенный, или универсальный (агрегативные системы).

На основании приведенной выше классификации математических моделей для формализации предметной области, рассматриваемой в дипломном проекте, воспользуемся непрерывно-стохастическими моделями.

Процесс контроля изготовления деталей как основной изучаемый объект может быть представлен как система массового обслуживания (СМО) [3].

Системы массового обслуживания представляют собой класс математических схем, разработанных в теории массового обслуживания и различных приложениях для формализации процессов функционирования систем, которые по своей сути являются процессами обслуживания.

Всякая СМО предназначена для обслуживания какого-то потока заявок (или «требований»), поступающих в какие-то случайные моменты времени. Обслуживание заявки продолжается какое-то случайное время $T_{об}$, после чего канал освобождается и готов к приему следующей заявки. Случайный характер потока заявок и времен обслуживания приводит к тому, что в какие-то периоды времени на входе СМО скапливается излишне большое количество заявок (они либо становятся в очередь, либо покидают систему необслуженными); в другие же периоды СМО будет работать с недогрузкой или вообще простаивать.

Процесс работы СМО представляет собой случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем; состояние СМО меняется скачком в моменты появления каких-либо событий (или прихода новой заявки, или окончания обслуживания, или момента, когда необслуженная заявка покидает очередь).

Системы массового обслуживания разделяются на типы (классы) по нескольким признакам. Первое деление: СМО с отказами и СМО с очередью. В СМО с отказами заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, получает отказ, покидает СМО и в дальнейшем процессе обслуживания не участвует. В СМО с очередью заявка, пришедшая в момент, когда все каналы заняты, не уходит, а становится в очередь и ожидает возможности быть обслуженной.

СМО с очередью подразделяются на разные виды, в зависимости от того, как организована очередь – ограничена или не ограничена. Ограничения могут касаться как длины очереди, так и времени ожидания. При этом также возможно обслуживание с приоритетом – некоторые заявки обслуживаются с приоритетом.

1.4 Техническое задание

1.4.1 Назначение АИС

Автоматизированная система контроля производства элементов для оборудования разрабатывается для повышения эффективности информационного обеспечения процесса контроля производства деталей. То есть нам необходимо разработать АИС, которая вела бы деталь с момента заполнения клиентом заказа и до выдачи ему готового элемента со всей сопроводительной документацией.

В целом создаваемая информационная система должна выполнять следующие функции:

- повысить оперативность и достоверность информации;
- оперативный сбор, обработка и передача информации;
- ведение общей базы данных.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 26 |

1.4.2 Основные требования к АСОИУ

Разработка информационной системы контроля производства деталей для оборудования должна базироваться на следующих общих принципах:

- комплексное решение вопросов организационно-методического и технического проектирования АИС, широкое использование опыта, полученного при создании аналогичных информационных систем;
- оптимальное использование современных информационных и телекоммуникационных технологий, их интеграция в рамках единого проекта;
- поэтапное создание и развитие информационной системы;

В основу построения должны быть положены следующие основные организационно-технические принципы:

- построение информационной системы как системы открытого типа;
- обеспечение защиты информации от несанкционированного доступа и устойчивого функционирования информационной системы.

Сохранность информации в системе должна обеспечиваться двумя путями: регулярным резервным копированием серверной информации и наличием источников бесперебойного питания для поддержки компьютеров в рабочем состоянии в течение некоторого времени при отключении электроэнергии.

1.4.3 Стадии и этапы разработки

Разработка АИС включает в себя следующие этапы:

- предпроектное обследование;
- построение комплекса моделей (функциональной, информационной, математической), описывающих существующую технологию работы объекта автоматизации;
- определение комплекса технических средств;
- разработка АИС;
- внедрение разработанной АИС.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 27 |

2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание постановки комплекса задач

Целью выпускной квалификационной работы считается разработка автоматизированной информационной системы контроля производства деталей для оборудования.

Для выполнения поставленной цели решены следующие задачи:

– моделирование предметной области:

а) разработка мнемосхем существующего и предлагаемого процесса;

б) разработка функциональных моделей существующего и предлагаемого процесса;

в) разработка информационной модели предлагаемого процесса;

– проектирование баз данных;

– описание используемой входной и выходной информации;

– разработка форм документов;

– разработка блок-схемы алгоритма программы;

– программная реализация.

Для достижения поставленной цели предлагается выполнить ряд мероприятий по комплексному предпроектному обследованию предприятия и, на основании полученных данных, провести проектирование и внедрение информационной управляющей системы.

Проектируемая автоматизированная информационная система позволит упростить все работы по составлению смет, устранить дублирование информации, сократить затраты времени на подготовку отчетной документации. Данная система предназначена для использования инженерами цехов, сотрудниками отдела, а также руководством компании.

На стадии внедрения системы предполагается проведение ряда мероприятий, обеспечивающих мгновенный переход пользователей от

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 28 |

существующего к внедряемому способу решения задачи ведения контроля работ в фирме «Новые технологии».

В частности планируется:

- проведение опытной эксплуатации и обучения группы пользователей;
- разработка инструкций и рекомендаций по работе с системой;
- комплексное документирование проекта, включая формирование логической и физической моделей базы данных;
- переход к эксплуатации спроектированной системы.

2.2 Описание функциональных моделей

Базовые принципы построения и развития перспективной автоматизированной информационной системы контроля производства деталей для оборудования основаны на современных общепринятых идеях проектирования информационных систем, а также на опыте создания и эксплуатации подобных систем.

Системный проект включает в себя разработку функциональной модели в соответствии со стандартами методологии IDEF0, информационную модель в соответствии со стандартами методологии IDEF1X и математические модели описываемых процессов.

2.2.1 Описание функциональной модели существующего процесса

Функциональное моделирование является важнейшим элементом концептуального анализа, который выполняется на начальном этапе проектирования любой системы. Разработка и анализ функциональной модели деятельности отдела позволяет достаточно глубоко погрузиться в предметную область, выявить процессы, происходящие в отделе, определить информационные потоки и т.д [10-12].

Для создания функциональной модели используется методология IDEF0, которая является структурированным изображением функций

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 29 |

производственной системы и ее связей со средой, семантики, отражающей эти функции.

Функциональная модель «Контроль процесса изготовления детали для оборудования» построена в соответствии с методологией IDEF0, с использованием пакета All Fusion Process Modeler BPwin, и представляет собой серию диаграмм, разбивающих сложный объект на составные части.

Исходными данными для построения модели существующего процесса управления контролем производства деталей для оборудования в фирме «Новые технологии» считаются результаты интервьюирования сотрудников, а так же формы первичных, результирующих, нормативно-справочных и регламентирующих документов (Рисунок 2.1).

Первоначальная диаграмма является наиболее общим и абстрактным описанием всей системы и называется контекстной диаграммой или диаграммой верхнего уровня. Эта диаграмма, как показано на рисунке 2.1, состоит из одного функционального блока, и содержит основные входы и выходы системы, механизм выполнения функций и управление.

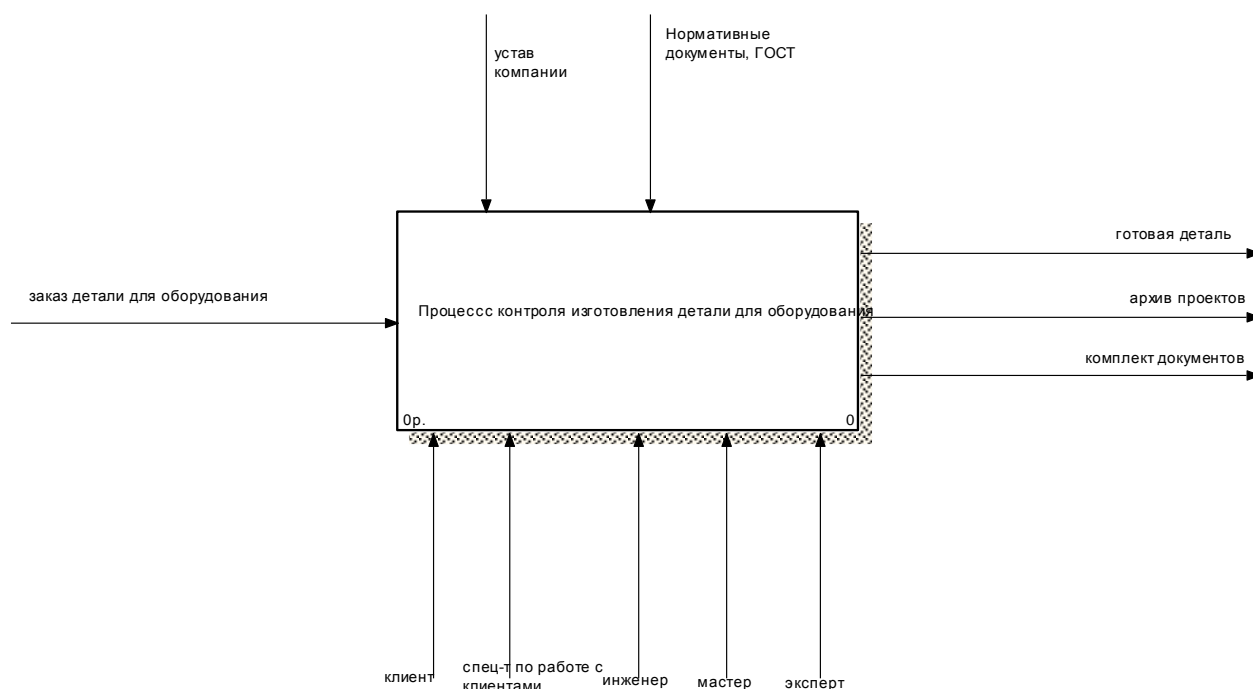


Рисунок 2.1 – Контекстная диаграмма функциональной модели «Контроль процесса изготовления детали для оборудования»

Функциональный блок контекстной диаграммы «Изготовление детали для оборудования» представлен на рисунке 2.1. Управлением для этого процесса является устав компании, нормативная документация и ГОСТы. Этот процесс осуществляется клиентом, специалистом по работе с клиентами, инженером, мастером и экспертом. Входной информацией для функционального блока контекстной диаграммы является заказ детали для оборудования, схема детали, деталь с сопроводительной документацией, выходной – готовая деталь и деталь с резолюцией эксперта.

Контекстная диаграмма декомпозируется на 3 основные подфункции (Рисунок 2.2):

- утверждение схемы детали;
- производство детали;
- тестирование детали.

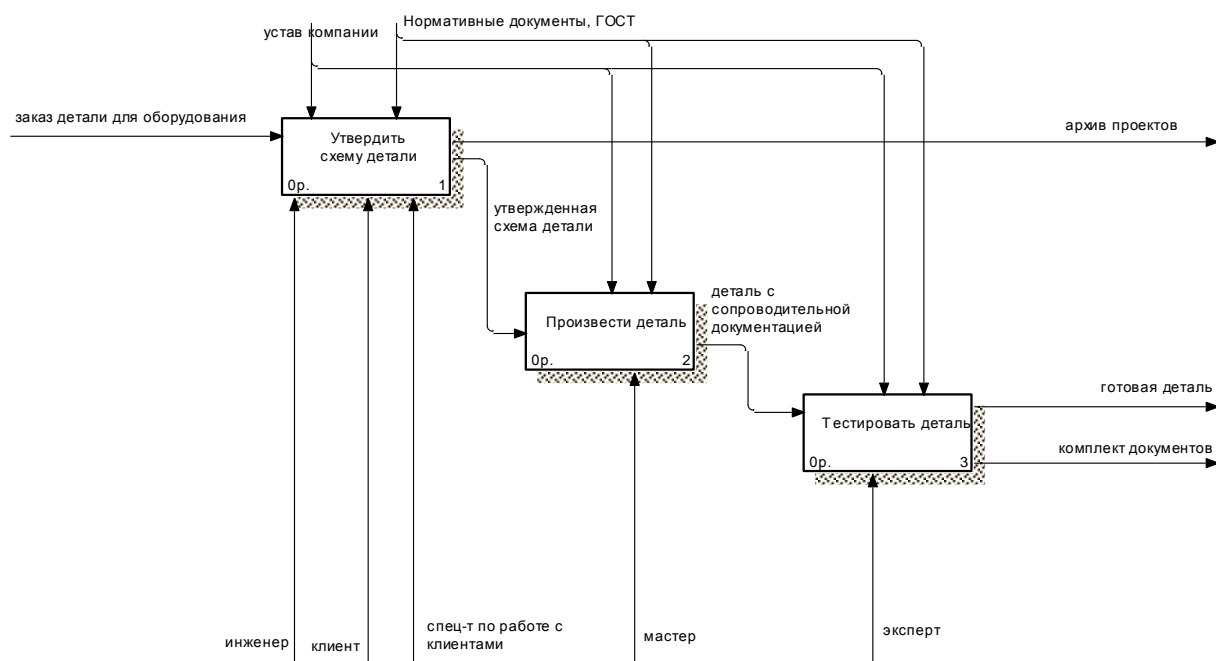


Рисунок 2.2 – Декомпозиция функциональной модели существующего процесса

Управление работами в компании «Новые технологии» характеризуется наличием последовательных операций по изготовлению

элементов для оборудования, проверке параметров при тестировании детали. Дальнейшая декомпозиция функциональных блоков осуществляется по тому же принципу.

Построенная таким образом функциональная модель представляет собой иерархически образованный набор диаграмм и может использоваться в качестве электронной инструкции для организации управления работами в компании «Новые технологии».

Полная функциональная модель существующего процесса «Как есть» представлена в приложении А.

2.2.2 Описание функциональной модели предлагаемого процесса

В связи с большой долей рутинного труда при управлении контроля производством деталей для оборудования было принято решение автоматизировать этот процесс при помощи новой системы контроля.

С этой целью была построена функциональная модель предлагаемого процесса. На уровне контекстной диаграммы к существующей модели, добавился механизм автоматизированная система проектирования (Рисунок 2.3).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 32 |

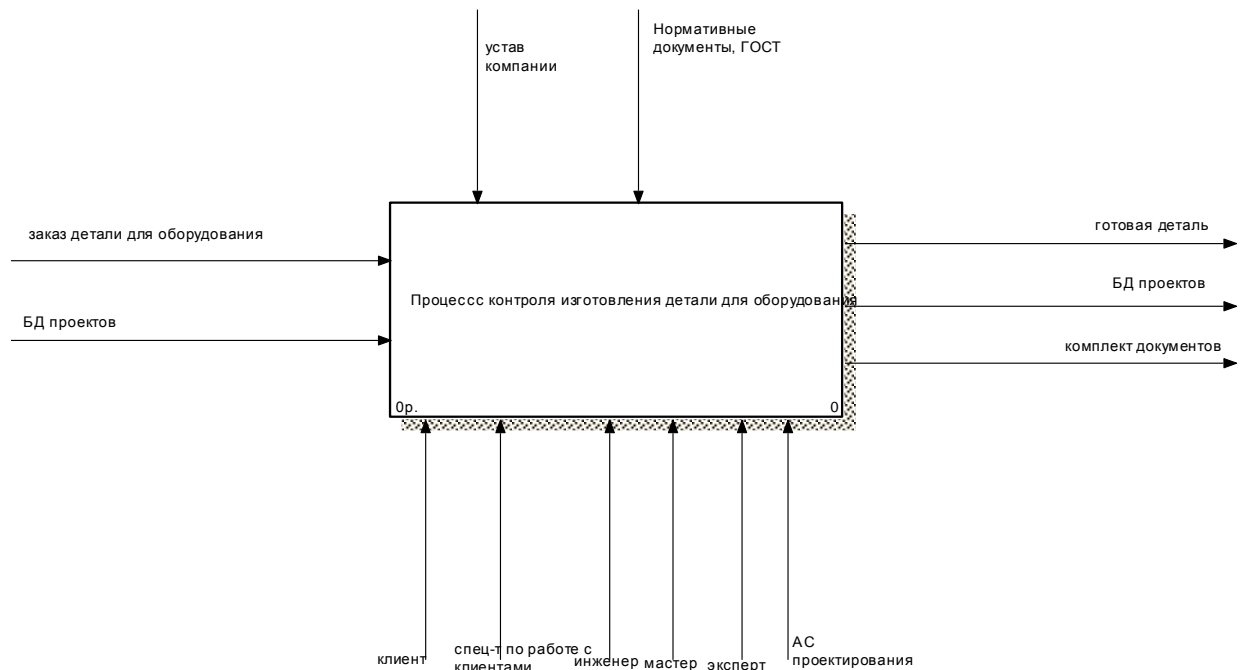


Рисунок 2.3 – Контекстная диаграмма функциональной модели предлагаемого процесса

Декомпозиция функционального блока контекстной диаграммы показана на следующих блоках (Рисунки 2.4 - 2.7).

Контекстная диаграмма декомпозируется на 3 основные подфункции (Рисунок 2.4):

- утверждение схемы детали;
- производство детали;
- тестирование детали.

Управляющими воздействиями считается устав предприятия, нормативные документы и ГОСТы. Входной информацией служат заказ детали для оборудования, схема детали, детали с сопроводительной документацией и база данных проектов. Выходной информацией служат готовая деталь, деталь с резолюцией экспертов и база данных проектов. Механизмом считается клиент, сотрудники фирмы и автоматизированная система проектов.

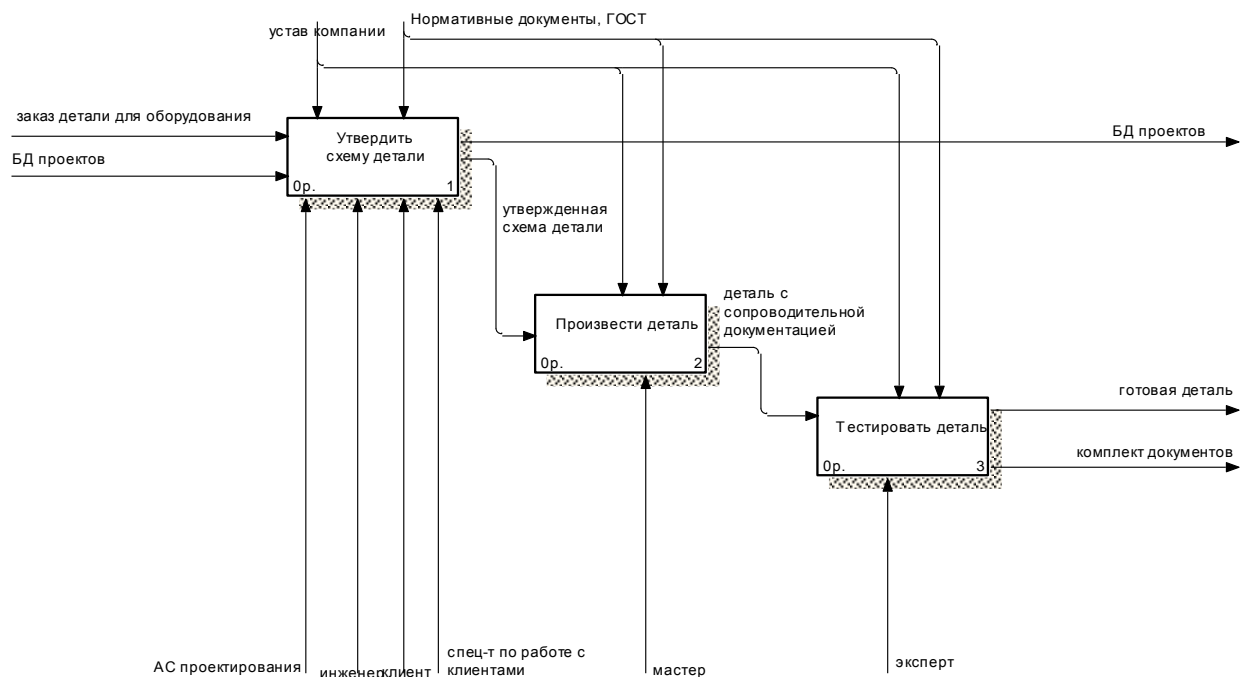


Рисунок 2.4 – Декомпозиция функционального блока «Процесс контроля изготовления детали для оборудования»

Блок «Изготовление детали для оборудования» декомпозируется на 4 блока (Рисунок 2.5):

- заполнение формы заказа детали;
- формирование заказа;
- передача схемы на утверждение;
- утверждение схемы детали.

Клиент заполняет форму заказа детали для оборудования, передает ее специалисту. Специалист, в свою очередь, формирует в базе данных заказ и передает инженеру для создания проекта. После проектирования детали, клиенту возвращают схему для утверждения. После утверждения клиентом схемы детали она передается на изготовление.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

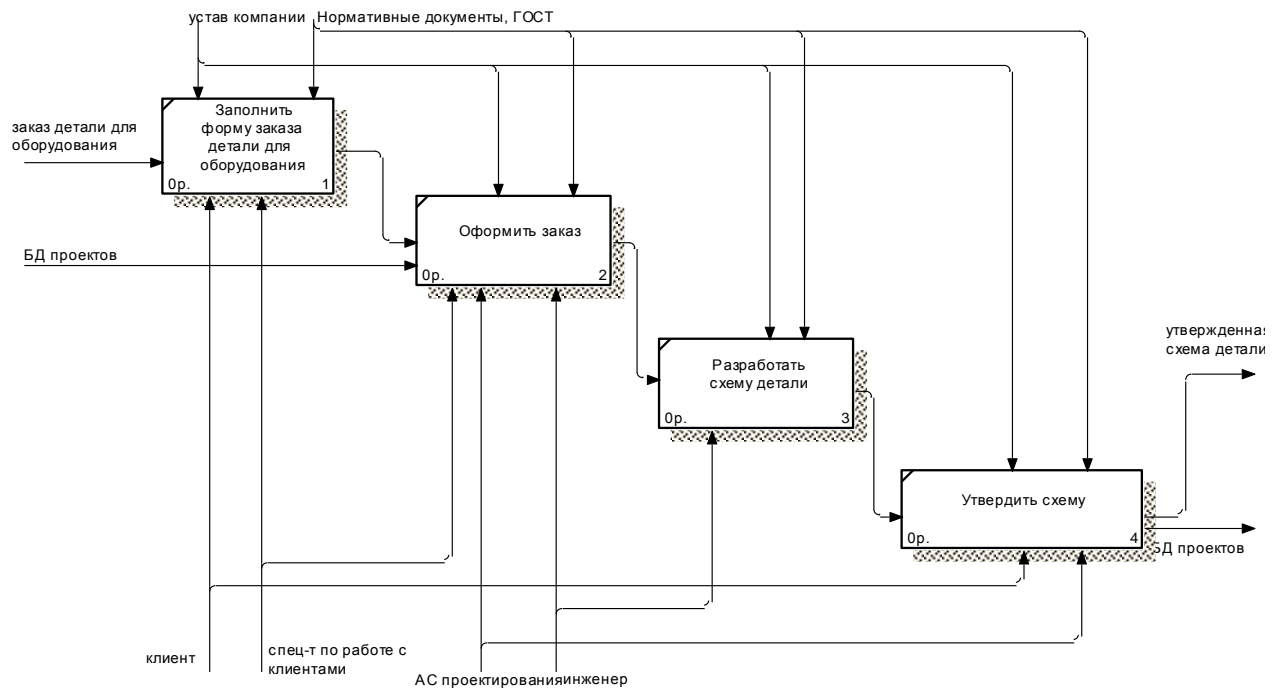


Рисунок 2.5 – Декомпозиция функционального блока «Утверждение схемы детали»

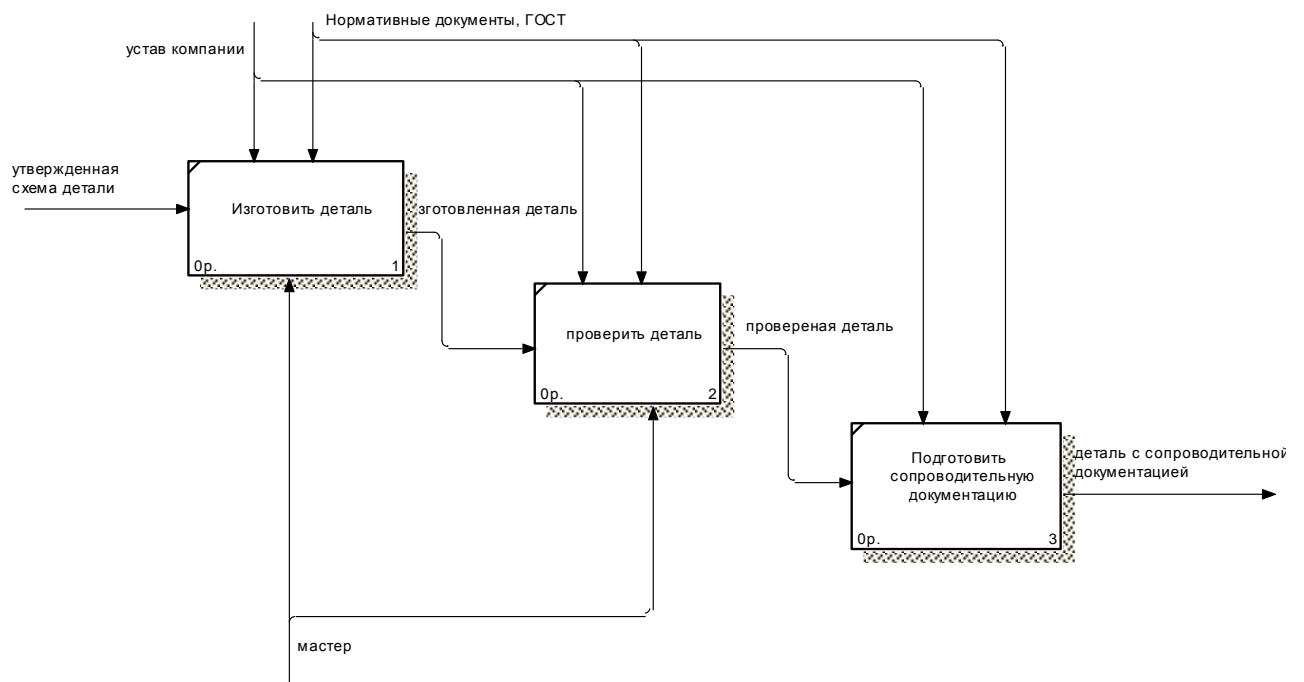


Рисунок 2.6 – Декомпозиция функционального блока «Производство детали»

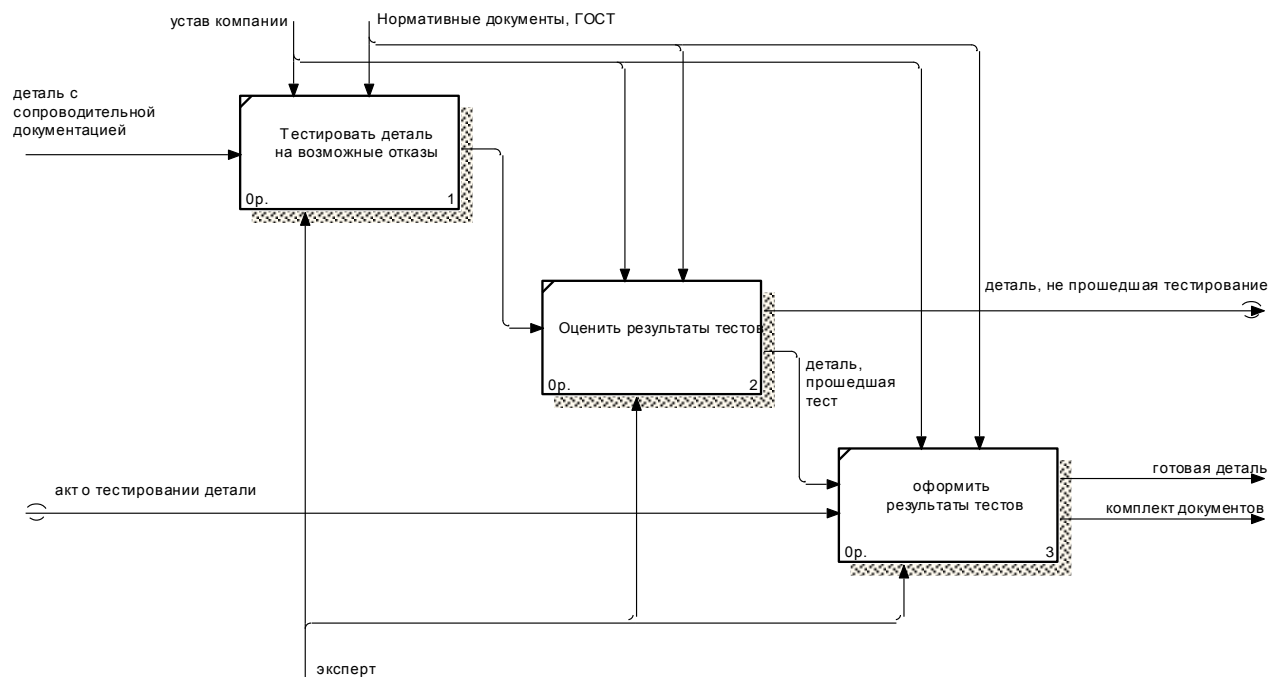


Рисунок 2.7 – Декомпозиция функционального блока «Тестирование детали»

2.3 Построение контура управления

Контур управления предлагаемой системы состоит из следующих контуров:

- контур регулирования;
- контур адаптации;
- контур обучения.

Задачей контура регулирования является принятие управляющего решения на основе поступающей информации. К воздействиям относятся, поступление заказа, поступление актов, изменения, которые влияют на ход ведения работ и другие. Система отслеживает эти изменения и лицо, принимающее решение, вырабатывает управляющее воздействие на основе информации из БД системы.

Контур адаптации выполняет работу по формированию управляющего воздействия на объект управления в ситуациях, которые не предусматривают в основном контуре регулирования. Новая информация

вводится в БД АИС, на основе решения, принятого лицом принимающего решения.

Контур обучения срабатывает при возникновении внештатной ситуации, не предусмотренной системой. В этом случае ЛПР вместе с экспертом разрабатывают новые способы решения, и вносят изменения в структуру базы данных.

Контур управления представлен на рисунке 2.8.

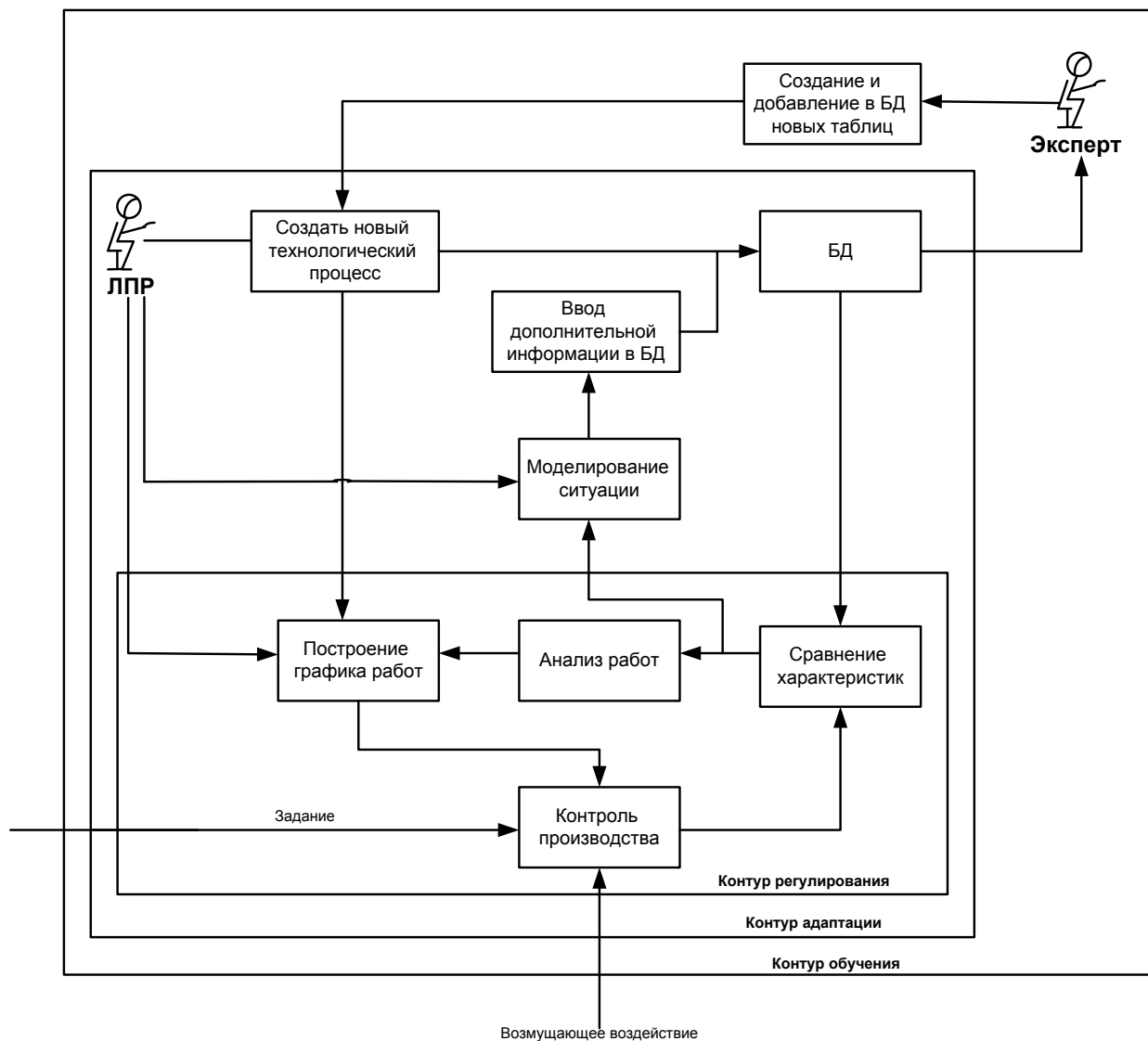


Рисунок 2.8 – Контур управления контроля производства детали.

2.4 Информационное обеспечение комплекса задач

2.4.3 Описание информационной модели

Автоматизированная информационная система контроля производства деталей для оборудования в компании «Новые технологии» построена на основании форм документов, используемых и создаваемых в рамках этого процесса.

Информационная модель построена в соответствии с методологией IDEF1X, с использованием пакета All Fusion Data Modeler ERwin, опирается на данные функциональной модели процесса изготовления детали для оборудования и отражает логическую структуру базы данных.

Информационная модель содержит 10 сущностей со связью «1:М», и представляет структуру базы данных:

- сотрудник;
- должность;
- эксперт;
- мастер-изготовитель;
- специалист по работе с клиентами;
- инженер;
- заказ;
- клиент;
- схема детали;
- сопроводительная документация.

Все сущности и отношения между ними представлены на рисунке 2.9

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 38 |

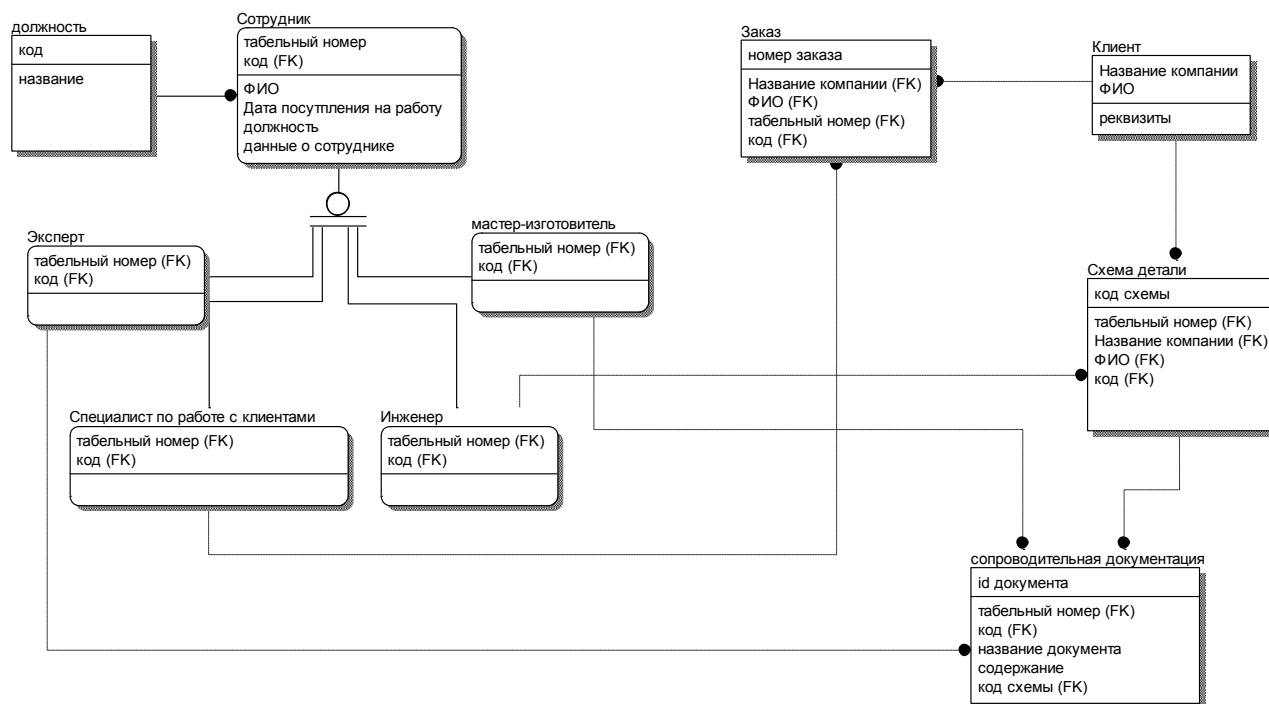


Рисунок 2.9 – Информационная модель процесса контроля производства

2.5 Математическая модель

Главными элементами СМО считаются: входящий поток требований, очередь требований, обслуживающие устройства, (каналы) и выходящий поток требований.

Изучение СМО начинается с анализа входящего потока требований. Входящий поток требований представляет собой совокупность требований, которые поступают в систему и нуждаются в обслуживании. Входящий поток требований изучается с целью установления закономерностей этого потока и дальнейшего улучшения качества обслуживания.

В большинстве случаев входящий поток неуправляем и зависит от ряда случайных факторов. Число требований, поступающих в единицу времени, случайная величина. Случайной величиной является также интервал времени между соседними поступающими требованиями.

Среднее число требований, поступающих в систему обслуживания за единицу времени, называется интенсивностью поступления требований и

определяется следующим соотношением:

$$\lambda = \frac{1}{T}, \quad (2.1)$$

где T - среднее значение интервала между поступлением очередных требований.

Для многих реальных процессов поток требований достаточно хорошо описывается законом распределения Пуассона. Такой поток называется простейшим.

Простейший поток обладает такими важными свойствами:

1) Свойством стационарности, которое выражает неизменность вероятностного режима потока по времени. Это значит, что число требований, поступающих в систему в равные промежутки времени, в среднем должно быть постоянным. Например, число вагонов, поступающих под погрузку в среднем в сутки должно быть одинаковым для различных периодов времени, к примеру, в начале и в конце декады.

2) Отсутствия последействия, которое обуславливает взаимную независимость поступления того или иного числа требований на обслуживание в непересекающиеся промежутки времени. Это значит, что число требований, поступающих в данный отрезок времени, не зависит от числа требований, обслуженных в предыдущем промежутке времени. Например, число автомобилей, прибывших за материалами в десятый день месяца, не зависит от числа автомобилей, обслуженных в четвертый или любой другой предыдущий день данного месяца.

3) Свойством ординарности, которое выражает практическую невозможность одновременного поступления двух или более требований (вероятность такого события неизмеримо мала по отношению к рассматриваемому промежутку времени, когда последний устремляют к нулю) [3].

При простейшем потоке требований распределение требований, поступающих в систему подчиняются закону распределения Пуассона:

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 40 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

27.03.04.2017.076.00 ПЗ

вероятность $P_k(t)$ того, что в обслуживающую систему за время t поступит именно k требований:

$$P_k(t) = e^{-\lambda \cdot t} (\lambda \cdot t)^k / k!, \quad (2.2)$$

где λ - среднее число требований, поступивших на обслуживание в единицу времени.

Одной из важнейших характеристик обслуживающих устройств, которая определяет пропускную способность всей системы, является время обслуживания.

Время обслуживания одного требования ($t_{обс}$) - случайная величина, которая может изменяться в большом диапазоне. Она зависит от стабильности работы самих обслуживающих устройств, так и от различных параметров, поступающих в систему, требований (к примеру, различной грузоподъемности транспортных средств, поступающих под погрузку или выгрузку).

Случайная величина $t_{обс}$ полностью характеризуется законом распределения, который определяется на основе статистических испытаний.

На практике чаще всего принимают гипотезу о показательном законе распределения времени обслуживания.

Показательный закон распределения времени обслуживания имеет место тогда, когда плотность распределения резко убывает с возрастанием времени t . Например, когда основная масса требований обслуживается быстро, а продолжительное обслуживание встречается редко. Наличие показательного закона распределения времени обслуживания устанавливается на основе статистических наблюдений.

При показательном законе распределения времени обслуживания вероятность $P_{t_{обс}}$ события, что время обслуживания продлится не более чем t , равна:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 41 |

$$P_{t_обс}(t) = 1 - e^{-\nu t}, \quad (2.3)$$

где ν - интенсивность обслуживания одного требования одним обслуживающим устройством, которая определяется из соотношения:

$$\nu = 1/\bar{t}_{обс}, \quad (2.4)$$

где $\bar{t}_{обс}$ - среднее время обслуживания одного требования одним обслуживающим устройством.

Следует заметить, что если закон распределения времени обслуживания показательный, то при наличии нескольких обслуживающих устройств одинаковой мощности закон распределения времени обслуживания несколькими устройствами будет также показательным:

$$P_{t_обс}(t) = 1 - e^{-n \cdot \nu t}, \quad (2.5)$$

где n - количество обслуживающих устройств.

Важным параметром СМО является коэффициент загрузки α , который определяется как отношение интенсивности поступления требований λ к интенсивности обслуживания ν .

$$\alpha = \lambda / \nu, \quad (2.6)$$

где α - коэффициент загрузки; λ - интенсивность поступления требований в систему; ν - интенсивность обслуживания одного требования одним обслуживающим устройством.

Из (2.5) и (2.6) получаем, что

$$\alpha = \lambda \cdot \bar{t}_{обс}. \quad (2.7)$$

Учитывая, что λ - интенсивность поступления требований в систему в единицу времени, произведение $\lambda \cdot \bar{t}_{обс}$ показывает количество требований, поступающих в систему обслуживания за среднее время обслуживания одного требования одним устройством.

В любом элементарном акте обслуживания можно выделить две основные составляющие: ожидание обслуживания заявки и собственно обслуживание заявки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 42 |

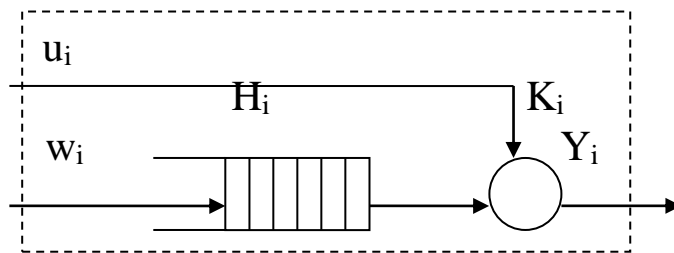


Рисунок 2.10– Схема процесса обслуживания заявок

Прибор обслуживания состоит из накопителя заявок N_i , в котором может одновременно находиться $l_i=0, L_i^H$ заявок, где L_i^H – емкость накопителя, и канала обслуживания заявок (или просто канала) K_i . На каждый элемент прибора обслуживания поступают потоки событий: в накопитель N_i – поток заявок w_i , на канал K_i – поток обслуживаний u_i .

В нашем случае прибором обслуживания является автоматизированная система, заявки это выполнение детали, накопителем может выступать как сама система, так и сотрудники, который выполняют заказ на изготовление детали.

Рассмотрим простейшую СМО с ожиданием – одноканальную систему ($n-1$), в которую поступает поток заявок с интенсивностью λ , интенсивность обслуживания μ (т.е. в среднем непрерывно занятый канал будет выдавать $\frac{\lambda}{\mu}$ обслуженных заявок в единицу времени). Заявка, поступившая в момент, когда канал занят, становится в очередь и ожидает обслуживания. (Рисунок 2.10)

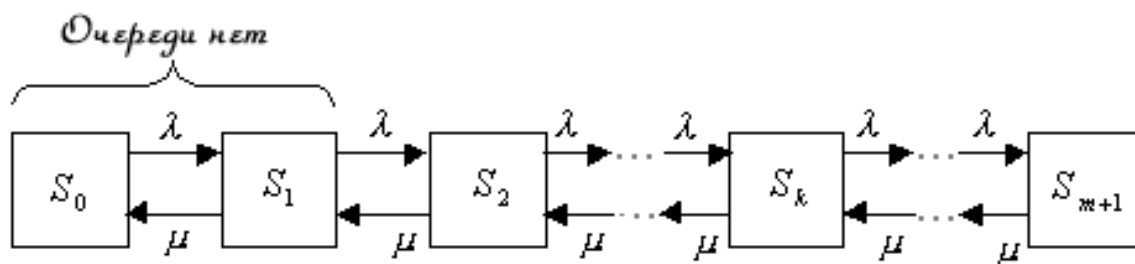


Рисунок 2.11–Граф состояний системы

Система с ограниченной длиной очереди. Предположим сначала, что количество мест в очереди ограничено числом m , т.е. заявка пришла в момент, когда в очереди уже стоят m заявок, она покидает систему необслуженной. В дальнейшем, устремив m к бесконечности, мы получим характеристики одноканальной СМО без ограничений длины очереди.

Состояния СМО по числу заявок:

S_0 - канал свободен;

S_1 - канал занят, очереди нет;

S_2 - канал занят, одна заявка стоит в очереди;

...

S_{k-1} - канал занят, $(k-1)$ заявок стоят в очереди;

...

S_{m+1} - канал занят, m заявок стоят в очереди.

Граф состояний СМО показан на рисунке 2.11. Интенсивности потоков событий, переводящих в систему по стрелкам слева направо, все равны λ , а справа налево - μ . Действительно, по стрелкам слева направо систему переводит поток заявок (как только придет заявка, система переходит в следующее состояние), справа же налево – поток «освобождений» занятого канала, имеющий интенсивность μ (как только будет обслужена очередная заявка, канал либо освободится, либо уменьшится число заявок в очереди).

Среднее время ожидания заявки в очереди. Обозначим его $\bar{t}_{ож}$, если заявка приходит в систему в какой-то момент времени, то с вероятностью p_0 канал обслуживания не будет занят и ей не придется стоять в очереди ($t_{ож}=0$). С вероятностью p_1 она придет в систему во время обслуживания какой-то заявки, но перед ней не будет очереди и заявка будет ждать начала своего обслуживания в течение времени $1/\mu$ (среднее время обслуживания

одной заявки). С вероятностью p_2 в очереди перед рассматриваемой заявкой будет стоять еще одна и время ожидания в среднем будет равно $\frac{2}{\mu}$ и т.д.

Если же $k=m+1$, т.е. когда вновь приходящая заявка застаёт канал обслуживания занятым и m заявок в очереди (вероятность этого p_{m+1}), то в этом случае заявка не становится в очередь (и не обслуживается), поэтому время ожидания равно нулю. Среднее время ожидания будет равно:

$$\bar{t}_{ож} = p_1 \frac{1}{\mu} + p_2 \frac{2}{\mu} + \dots + p_k \frac{k}{\mu} + \dots + p_m \frac{m}{\mu}$$

Если подставить сюда выражение для вероятностей, получим:

$$\begin{aligned} \bar{t}_{ож} &= p_0 \rho \frac{1}{\mu} + p_0 \rho^2 \frac{2}{\mu} + \dots + p_0 \rho^k \frac{k}{\mu} + \dots + p_0 \rho^m \frac{m}{\mu} \\ &= \frac{p_0 \rho (1 - (m+1 - m\rho)\rho^m)}{\mu (1 - \rho)^2} = \frac{\rho (1 - (m+1 - m\rho)\rho^m)}{\mu (1 - \rho)(1 - \rho^{m+2})} \end{aligned} \quad (2.19)$$

Сравнивая это выражение с (8), замечаем, что среднее время ожидания равно среднему числу заявок в очереди, деленному на интенсивность потока заявок.

$$\bar{t}_{ож} = \frac{1}{\rho\mu} \bar{r} = \frac{\bar{r}}{\lambda} \quad (2.20)$$

Среднее время пребывания заявки в системе. Обозначим $\bar{t}_{смo}$ математическое ожидание случайной величины – время пребывания заявки в СМО, которое складывается из среднего времени ожидания в очереди ($\bar{t}_{ож}$) и среднего времени обслуживания ($\bar{t}_{обсл}$). Если загрузка системы составляет 100%, очевидно, $\bar{t}_{обсл} = \frac{1}{\mu}$, в противном же случае

$$\bar{t}_{обсл} = \frac{q}{\mu}$$

отсюда

$$\bar{t}_{смo} = \bar{t}_{ож} + \bar{t}_{обсл} = \frac{\bar{r}}{\lambda} + \frac{q}{\mu} \quad (2.21)$$

В системах с неограниченным ожиданием значение m не ограничено и, следовательно, основные характеристики могут быть получены путем предельного перехода ($m \rightarrow \infty$) в ранее полученных выражениях.

Заметим, что при этом знаменатель в последней формуле (2) представляет собой сумму бесконечного числа членов геометрической прогрессии. Эта сумма сходится, когда прогрессия бесконечно убывающая, т.е. при $\rho < 1$.

Может быть доказано, что $\rho < 1$ есть условие, при котором в СМО с ожиданием существует предельный установившийся режим, иначе такого режима не существует, и очередь при $t \rightarrow \infty$ будет неограниченно возрастать.

Поэтому в дальнейшем здесь предполагается что $\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$. Если $m \rightarrow \infty$, то соотношения (2.4) принимают вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} p_0 = 1 - \rho \\ p_1 = \rho \cdot (1 - \rho) \\ p_2 = \rho^2 (1 - \rho) \\ \dots \\ p_k = \rho^k (1 - \rho) \\ \dots \\ p_{m+1} = \rho^{m+1} (1 - \rho) \end{array} \right. \quad (2.22)$$

При отсутствии ограничений по длине очереди каждая заявка, пришедшая в систему, будет обслужена, поэтому $q=1$,

$$A = \lambda q = \lambda$$

Среднее число заявок в очереди получим при $m \rightarrow \infty$:

$$\bar{r} = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$$

Среднее число заявок в системе при $m \rightarrow \infty$:

$$\bar{k} = \bar{r} + \rho = \frac{\rho^2}{1 - \rho} + \rho = \frac{\rho}{1 - \rho}$$

Среднее время ожидания $\bar{t}_{ож}$ получим при $m \rightarrow \infty$:

$$\bar{t}_{ож} = \frac{1}{\mu} \frac{\rho}{1 - \rho} = \frac{\rho^2}{\lambda(1 - \rho)}$$

Среднее время пребывания заявки в СМО:

$$\bar{t}_{\text{смo}} = \bar{t}_{\text{ож}} + \bar{t}_{\text{обсл}} = \frac{1}{\mu} \frac{\rho}{(1-\rho)\mu} + \frac{1}{\mu} = \frac{1}{\mu} \frac{1}{(1-\rho)}$$

Поток заказов, равен 6 заказам за 1 рабочий день. Очередь неограниченна ($m \rightarrow \infty$). Интенсивность обслуживания равняется 10 заказов в день.

Вначале найдем приведенную интенсивность потока заявок:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{6}{10} = 0,6$$

Абсолютная пропускная способность:

$$A = \lambda = 6 \text{ заказов в день.}$$

Среднее число заявок в очереди:

$$\bar{r} = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \frac{0,6^2}{1-0,6} = 0,9$$

т.е. среднее число заказов, ожидающих обработку равно 0,9.

Среднее число заявок в системе:

$$\bar{k} = \frac{\rho}{1-\rho} = \frac{0,6}{1-0,6} = 1,5$$

Среднее время ожидания $\bar{t}_{\text{ож}}$:

$$\bar{t}_{\text{ож}} = \frac{\rho^2}{\lambda(1-\rho)} = \frac{0,6^2}{6(1-0,6)} = 0,15$$

т.е. среднее время ожидания 0,15 дней.

Среднее время пребывания заявки в СМО:

$$\bar{t}_{\text{смo}} = \frac{1}{\mu} \frac{1}{(1-\rho)} = \frac{1}{10(1-0,6)} = 0,4$$

Таким образом среднее время пребывания заявки равно 0,4 дней.

2.6 Организация программного обеспечения

Программное обеспечение АИС состоит из серверной и клиентской частей. В серверную часть входит операционная система Windows 2003 Server, а также СУБД Interbase Server. Клиентская часть состоит из

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 47 |

операционной системы Windows XP, клиента Interbase Server для доступа к данным, содержащимся на серверной части.

Для создания и поддержки БД АИС использована СУБД Interbase Server - система управления реляционными базами данных, поставляемая корпорацией Borland для построения приложений с архитектурой клиент-сервер произвольного масштаба: от сетевой среды небольшой рабочей группы с сервером на базе IBM PC до информационных систем крупного предприятия на базе серверов IBM, Hewlett-Packard, SUN и мини-компьютеров VAX.

Ни один другой SQL-сервер не сравнится с Borland InterBase в легкости установки, использования и управления. Реализация промышленных стандартов ANSI SQL и ODBC позволяет использовать данные Borland InterBase практически из любого существующего сегодня инструмента для создания клиентских приложений.

Borland InterBase обеспечивает высокопроизводительную функциональность, поддерживающую сложные операции для таких отраслей, как биржевая торговля, фармацевтическая промышленность, аэрокосмическая промышленность, сетевое управление и т.п.

При масштабируемости Windows-систем, NetWare, и платформ UNIX, Borland InterBase является действительно платформо-независимым. Все разработанные объекты базы данных (включая таблицы, хранимые процедуры, триггеры и т.д.) будут немедленно доступны после перемещения базы данных на более мощную платформу, поддерживаемую Borland InterBase.

Архитектура множественных поколений записей SQL-сервер InterBase построен на архитектуре множественных поколений записей (Multi-Generational Architecture - MGA.). Эта архитектура использует уникальный версионизирующий механизм, который обладает высокой производительностью при обработке коротких транзакций и транзакций принятия решений. Традиционно серверы баз данных поддерживают модель

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 48 |

On-Line Transaction Processing (OLTP), характеризующуюся большим количеством коротких, одиночных транзакций. В то время как Borland InterBase поддерживает такой режим, дополнительно поддерживаются длительные транзакции поддержки принятия решений.

Механизм версионирования позволяет транзакциям избавиться от лишних блокировок используемых данных, и использует принцип чтение данных не приводит к блокировке их изменения. В отличие от других баз данных, неблокирующие транзакции Borland InterBase не требуют дополнительного программирования, чтобы обеспечить постоянный, воспроизводимый результат для каждого запроса. Таким образом, механизм версионирования позволяет сосуществовать коротким и длинным транзакциям и обеспечивает максимальную производительность для обоих.

Высокая надежность для приложений Borland InterBase является первым, предложившим концепцию активной базы данных. Активная база данных содержит уведомления о событиях, хранимые процедуры, триггеры, определяемые пользователем функции и фильтры полей типа BLOB для автоматизации происходящих на сервере процессов. Кроме этого, для реализации логики базы данных на сервере, Borland InterBase обеспечивает целостность данных поддержкой четырех типов декларативной ссылочной целостности.

Триггеры обеспечивают логику обработки данных. Триггеры хранят и выполняют логику обработки данных на сервере, таким образом каждое приложение, использующее корпоративные данные, автоматически использует эту логику. Триггеры Borland Interbase автоматизируют отклик на события на сервере, и часто используются для проверки данных при вставке, изменении и удалении записей в таблицах.

Уведомления о событиях делают базу данных действительно активной, автоматически уведомляя заинтересованные клиентские приложения в произошедших в базе данных. Это происходит без необходимости постоянного опроса базы данных, поэтому не ухудшает производительность

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 49 |

системы, вместе с тем гарантируя доставку уведомления приложению. Хранимые процедуры в Borland InterBase значительно увеличивают производительность обработки данных, выполняя ее на сервере. Хранимые процедуры могут быть использованы приложением, подсоединенным к базе данных. Это позволяет использовать модульную разработку базы данных, обеспечивает легкость сопровождения и повторного использования.

Определяемые пользователем функции (UDF) добавляют функциональность. UDF обеспечивают возможность расширения SQL-сервера InterBase внешними функциями любой сложности, написанными на компилируемых языках программирования.. Например, UDF могут производить специальную обработку даты и времени, чисел, строк, содержимого BLOB-полей, и даже вызывать приложения операционной системы.

Borland InterBase динамически настраивается на количество дисковой и оперативной памяти или на количество работающих пользователей. Вам не нужно настраивать сервер для получения максимальной производительности.

Архитектура Borland InterBase эффективно использует ресурсы системы. Для установки требуется минимально 10Мб на диске (большую часть занимают справочные файлы и примеры программирования) и минимальное количество оперативной памяти, достаточное для работы операционной системы. Большинство других продуктов требуют большое количество памяти и серверных ресурсов, увеличивая стоимость решения.

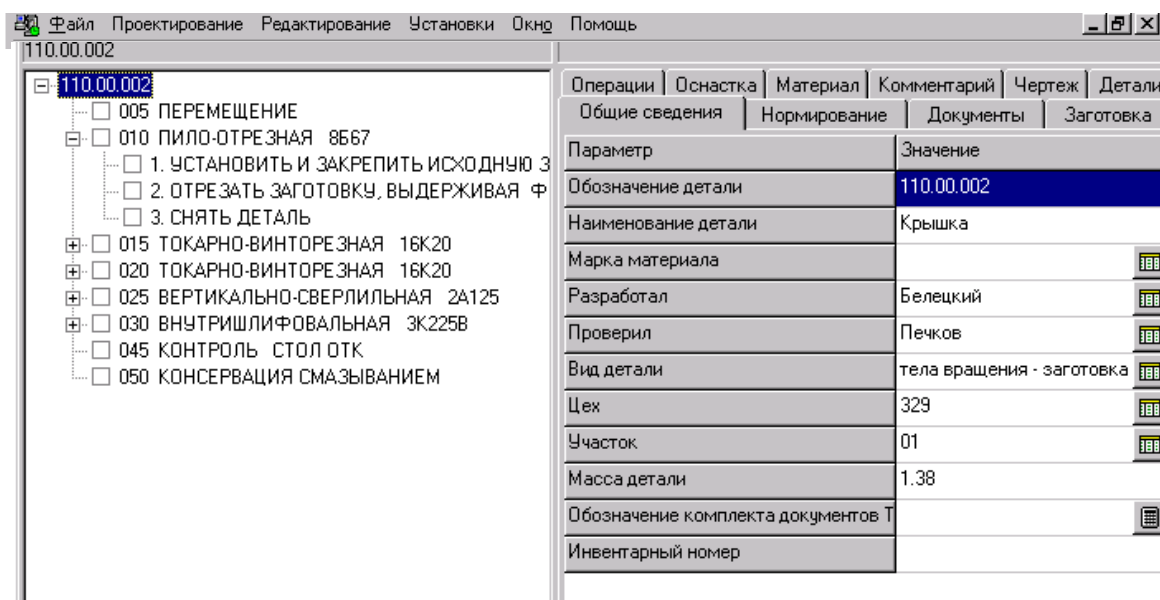
2.7 Схема алгоритма программы

Для разработанного программного обеспечения была построена схема алгоритма работы автоматизированной информационной системы контроля производства деталей для оборудования в компании «Новые технологии», которая представлена в приложении Б.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 50 |

2.8 Описание программной реализации комплекса задач

Специалист по работе с клиентами вводит информацию о заказе в специальную форму, вводя характеристики название детали и подобные данные (Рисунок 2.12)



| Параметр | Значение |
|----------------------------------|---------------------------|
| Обозначение детали | 110.00.002 |
| Наименование детали | Крышка |
| Марка материала | |
| Разработал | Белецкий |
| Проверил | Печков |
| Вид детали | тела вращения · заготовка |
| Цех | 329 |
| Участок | 01 |
| Масса детали | 1.38 |
| Обозначение комплекта документов | |
| Инвентарный номер | |

Рисунок 2.12 - Экранная форма «Проектирование техпроцессов»

Здесь предлагается заполнить общие сведения о детали, для дальнейшего сопровождения технического процесса.

Формируется дерево маршрута обработки с использованием классификаторов операций.

Для сопровождения технического процесса изготовления детали подбирается оборудование.

Конкретизируются и вводятся данные по обработке детали.

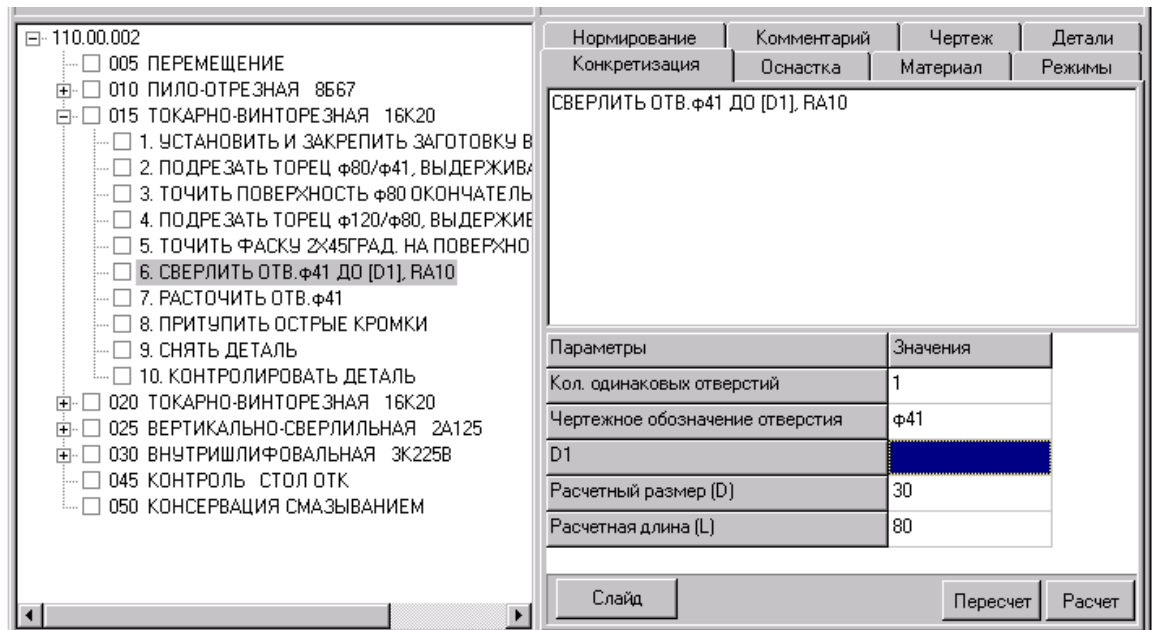


Рисунок 2.13 - Экранная форма «Сопровождение техпроцесса»

На основе информации инженеры делают необходимые расчеты и выполняют схему заказанной детали

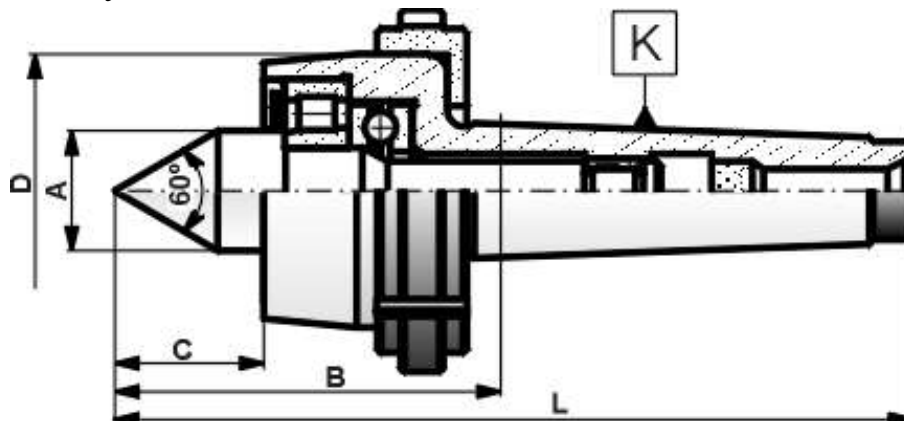


Рисунок 2.14 – Схема детали

Эта схема отправляется заказчику на утверждение. В случае, если замечаний у клиента нет, специалист по работе с клиентами ставит пометку одобрено. И формирует шаблон пакета документов для этой детали.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

27.03.04.2017.076.00 ПЗ

Лист

52

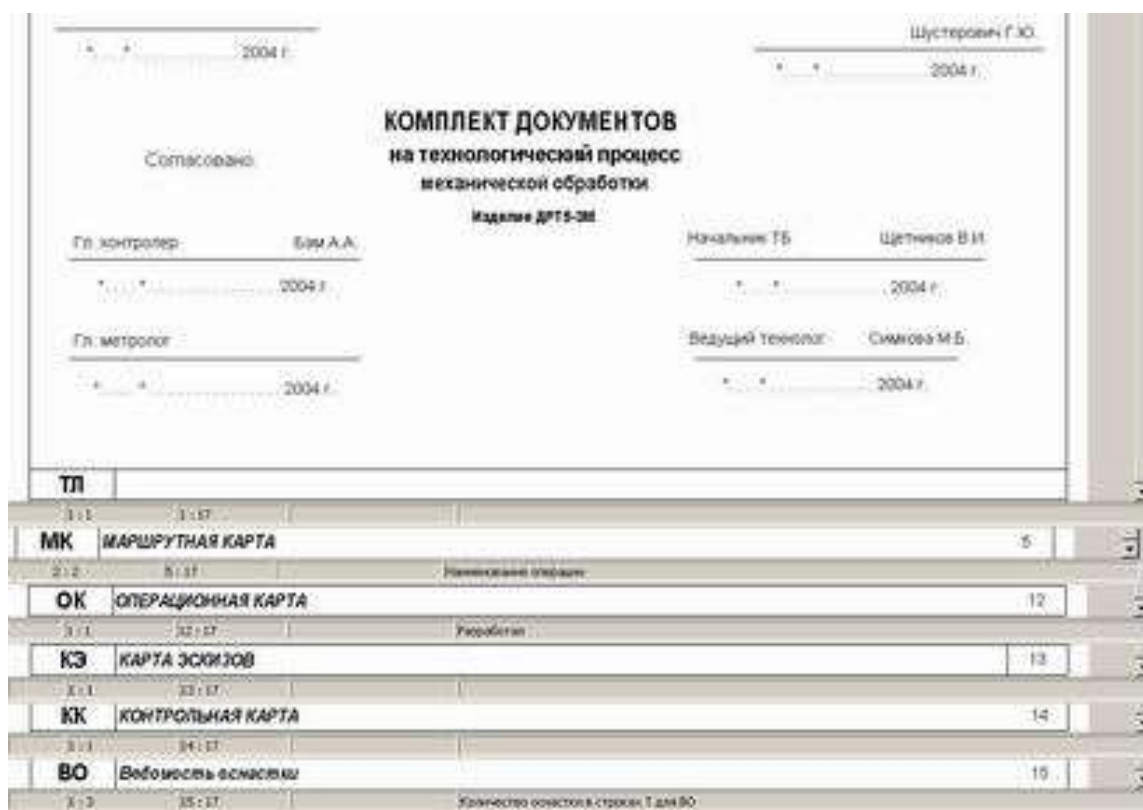


Рисунок 2.15 – Сопроводительная документация

2.9 Описание комплекса технических средств

Технические возможности любой АИС определяется рядом обеспечивающих подсистем, к которым относятся подсистемы технического обеспечения, организационного обеспечения и другие.

Технические средства служат основой построения информационной системы. Мощность этих средств в значительной мере определяет состав решаемых задач управления. К техническим средствам автоматизированной информационной системе - техническое обеспечение - относятся компьютеры, средства коммуникаций и оргтехника.

Комплекс технических средств (КТС) должен обеспечивать сбор, хранение, обработку и выдачу всей необходимой информации для системы. При этом должно быть обеспечено эффективное функционирование системы. При выборе технических средств, для создания системы следует учитывать следующие ее характеристики:

- обеспечение требуемой производительности работы системы;
- надежность хранения информации;
- совместимость с имеющимся парком аппаратного и программного обеспечения;
- состав и количество обслуживающего персонала;
- площадь, требуемая для размещения оборудования;
- стоимость устанавливаемого оборудования.

Схема комплекса технических средств, представлена на рисунке 2.15.

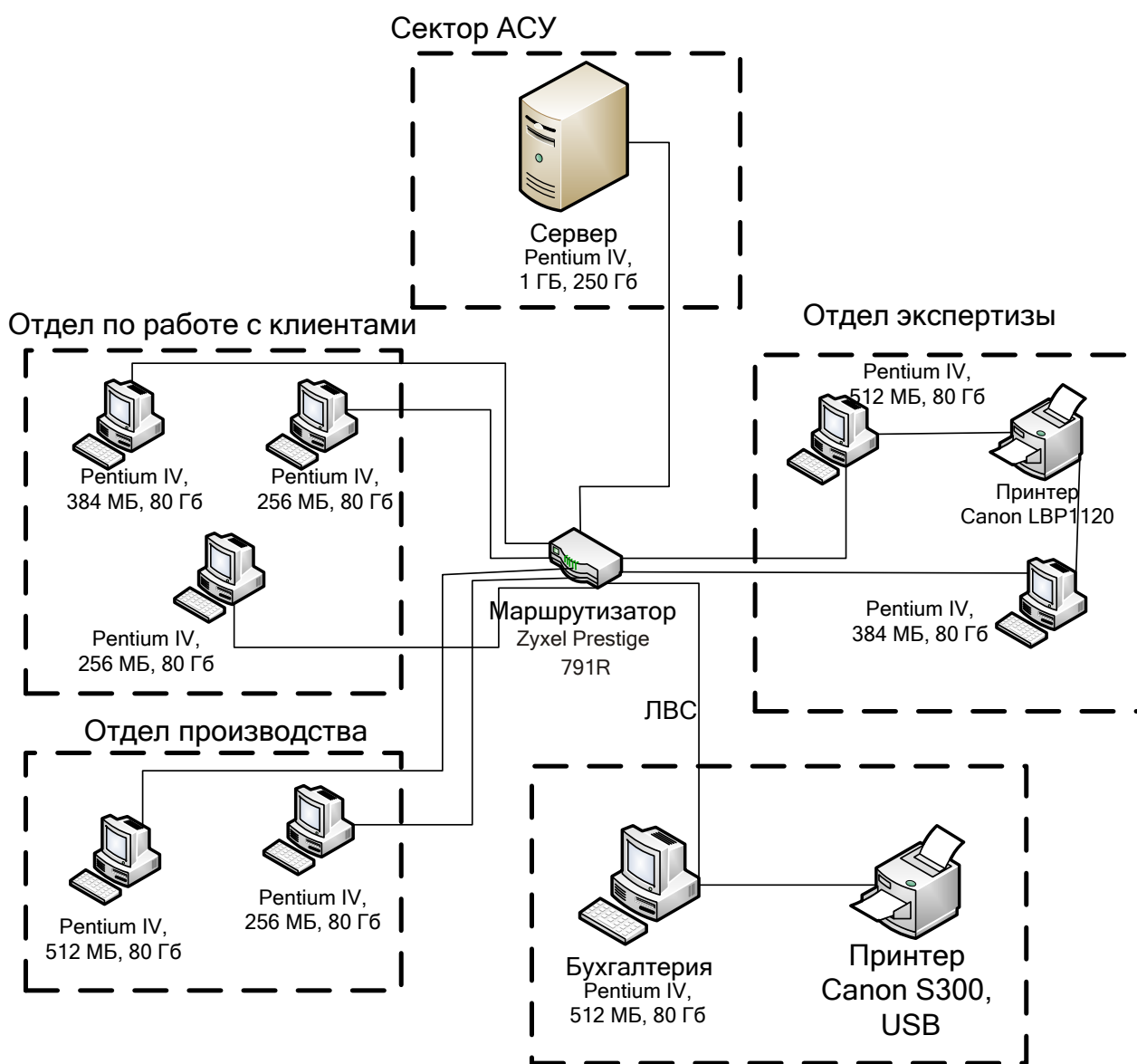


Рисунок 2.15 – Схема комплекса технических средств

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

– сервер - компьютер, необходимый для хранения и обработки всех данных задач автоматизации в рамках эксплуатации корпоративной локальной вычислительной сети;

– рабочая станция - персональный компьютер, необходимый для реализации составной части задачи автоматизации;

– печатающее устройство - алфавитно-цифровое печатающее устройство, необходимое для вывода информации на бумажный носитель;

– локальная вычислительная сеть - совокупность технических и программных средств, связывающих сервер, рабочие станции, печатающие устройства и др. в единую сеть.

Технически сеть Ethernet ($v =$ до 10 Мбит/с, длина сегмента = 185 м. (100 м. до центрального узла - хаба), количество ПК на сегмент до 30) реализуется на основе последовательного соединения рабочих станций и сервера (коаксиальный кабель), параллельного соединения ("витая пара") и смешанного соединения (комбинация последовательно и параллельного способа соединения устройств).

Ориентация информационной системы на сетевую среду определяется тем, что доступ к базе данных требуется одновременно нескольким пользователям.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 55 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проведённой выпускной квалификационной работе спроектирована и разработана автоматизированная информационная система контроля производства деталей для оборудования.

Использование такой системы позволит оптимизировать процесс управления работами, повысить его эффективность и качество получаемых результатов.

В проектной части выпускной квалификационной работы выполнено проектирование и разработка автоматизированной информационной системы. Построены мнемосхема, функциональная, информационная и математическая модели. На основании проектных моделей разработана и описана программная реализация.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 56 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Балагин, В. В. Теоретические основы автоматизированного управления / В.В. Балагин . – Минск: Высшая школа, 2012. – 252 с.

2 Вендров, А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем / А.М. Вендров . – М.: Финансы и статистика, 2012. – 115 с.

3 Вентцель, Е. С. Исследование операций / Е.С. Вентцель . – М.: Высшая школа, 2012. – 208 с.

4 Маклаков, С.В. ВРwin и ERwin. CASE – средства разработки информационных систем / С.В. Маклаков . – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2014. – 256 с.

5 Мамиконов, А.Г. Автоматизация проектирования АСУ/ А.Г. Мамиконов, А.Д. Цвиркун, В.В. Кульба . – М.: Энергоиздат, 2014. – 328 с., ил. – (Применение вычислительных машин в исследованиях и управлении производством).

6 Мамиконов, А.Г. Основы построения АСУ: Учебник для вузов / А.Г. Мамиконов . – М.: Высш. школа, 2015. – 248 с., ил.

7 Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий М Радио и связь / Т. Саати . – М.: Радио и связь, 2016. – 316 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 27.03.04.2017.076.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 57 |

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Обязательное)

Полная функциональная модель существующего процесса

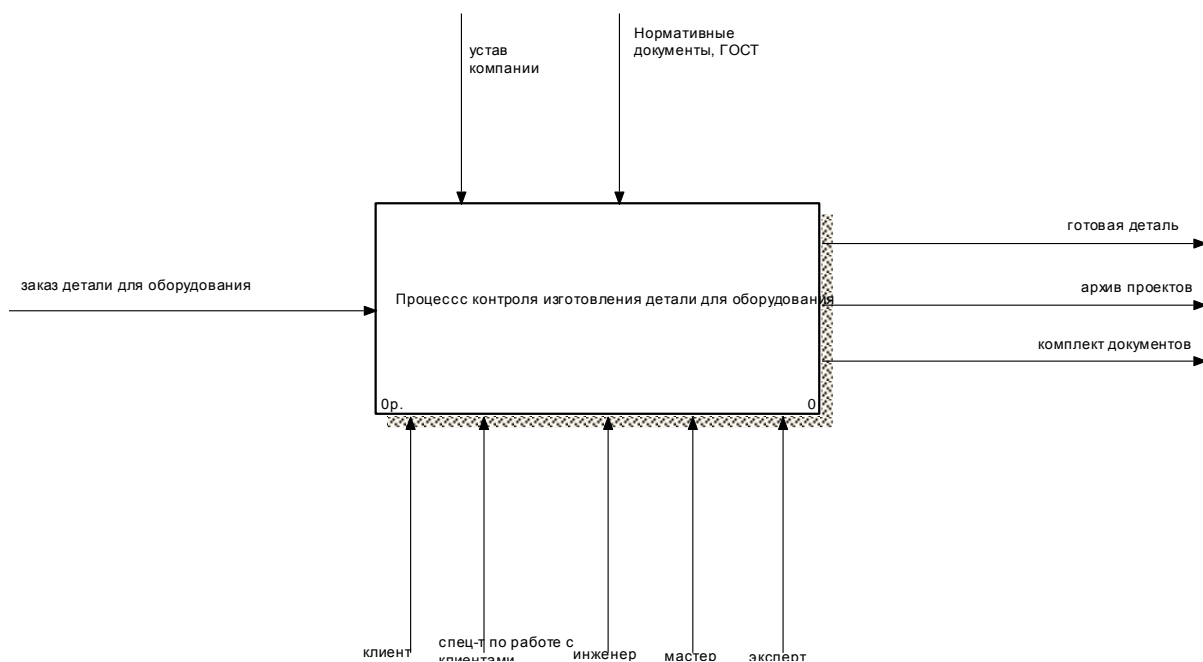


Рисунок А.1. – Контекстная диаграмма функциональной модели

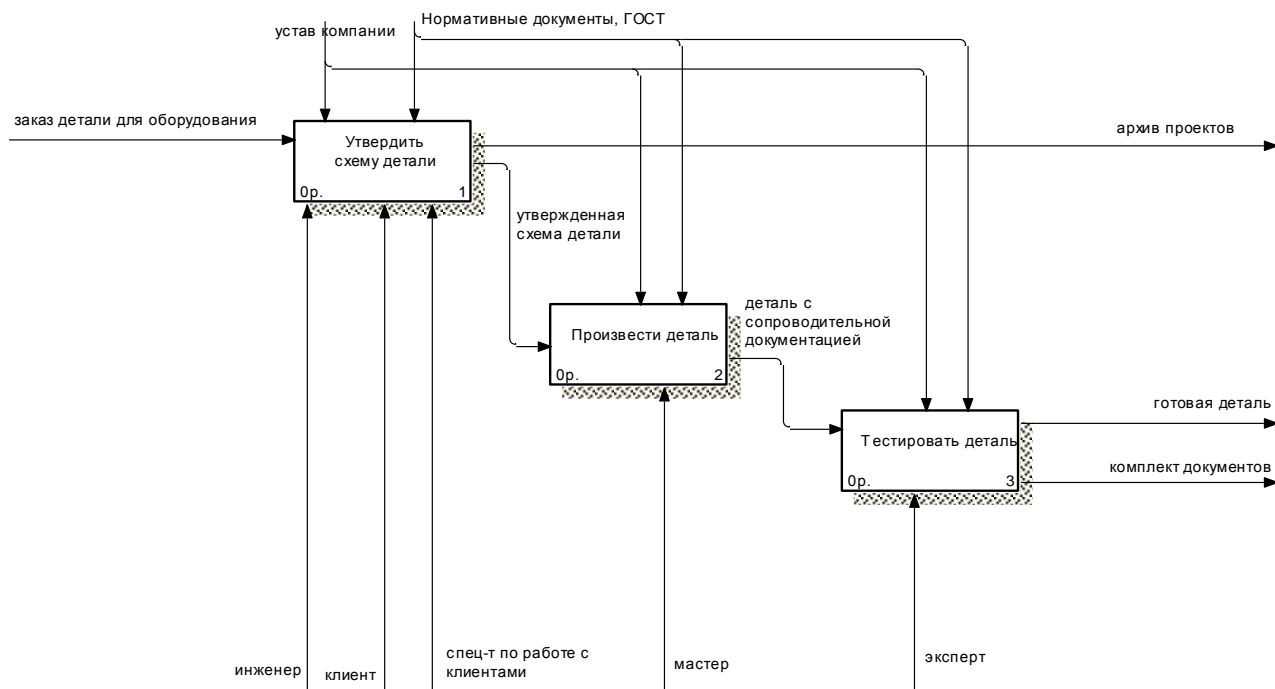


Рисунок А.2. – Декомпозиция функционального блока «Процесс контроля изготовления детали для оборудования»

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

27.03.04.2017.076.00 ПЗ

Лист

58

Продолжение приложения А.

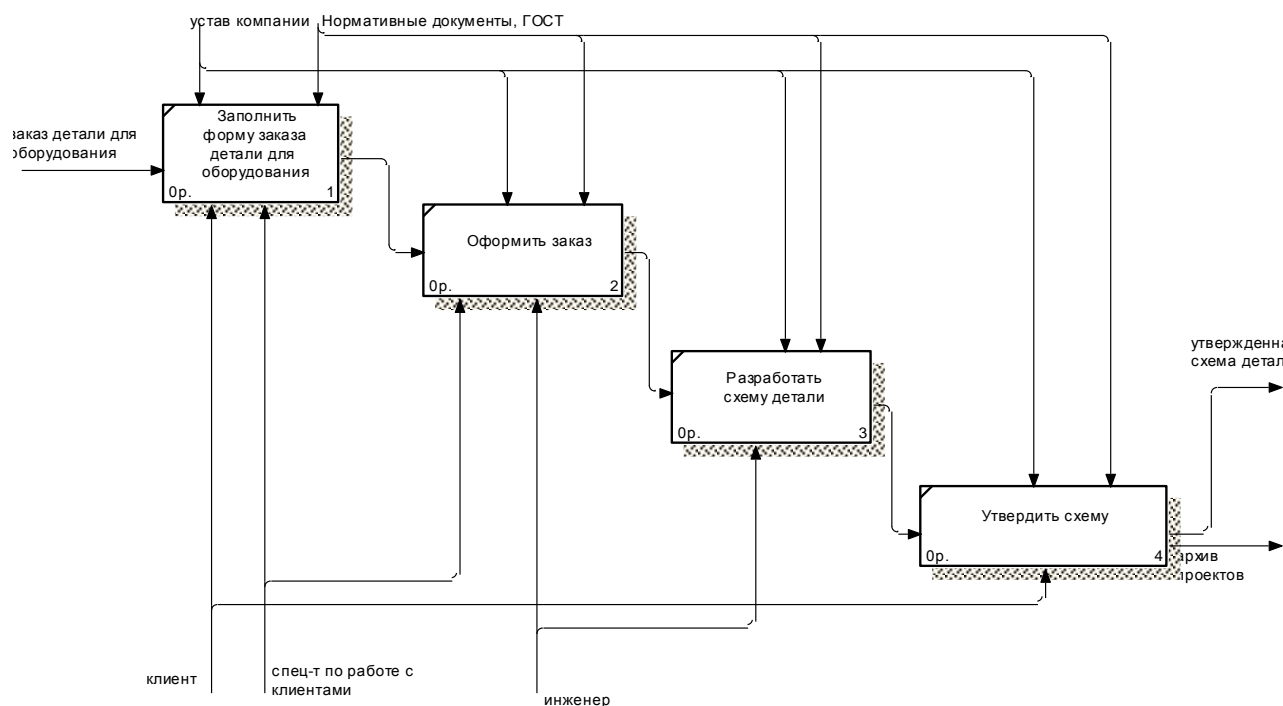


Рисунок А.3. – Декомпозиция функционального блока «Утвердить схему детали»

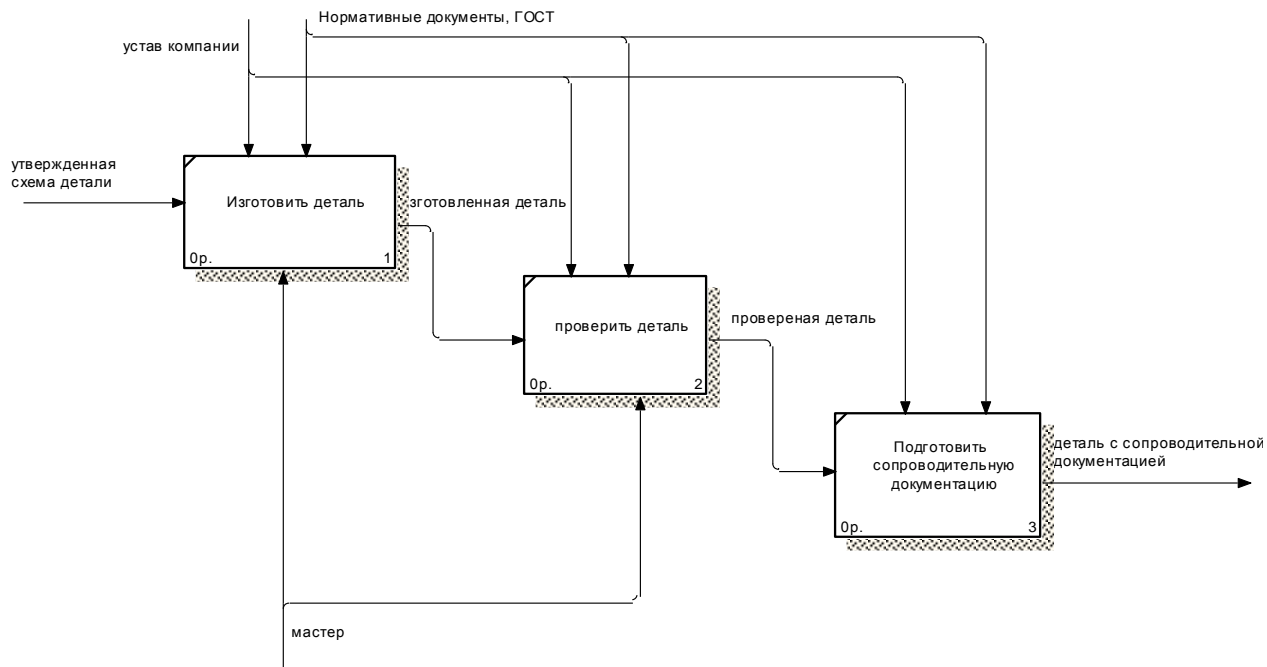


Рисунок А.4. – Декомпозиция функционального блока «Произвести деталь»

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

27.03.04.2017.076.00 ПЗ

Продолжение приложения А.

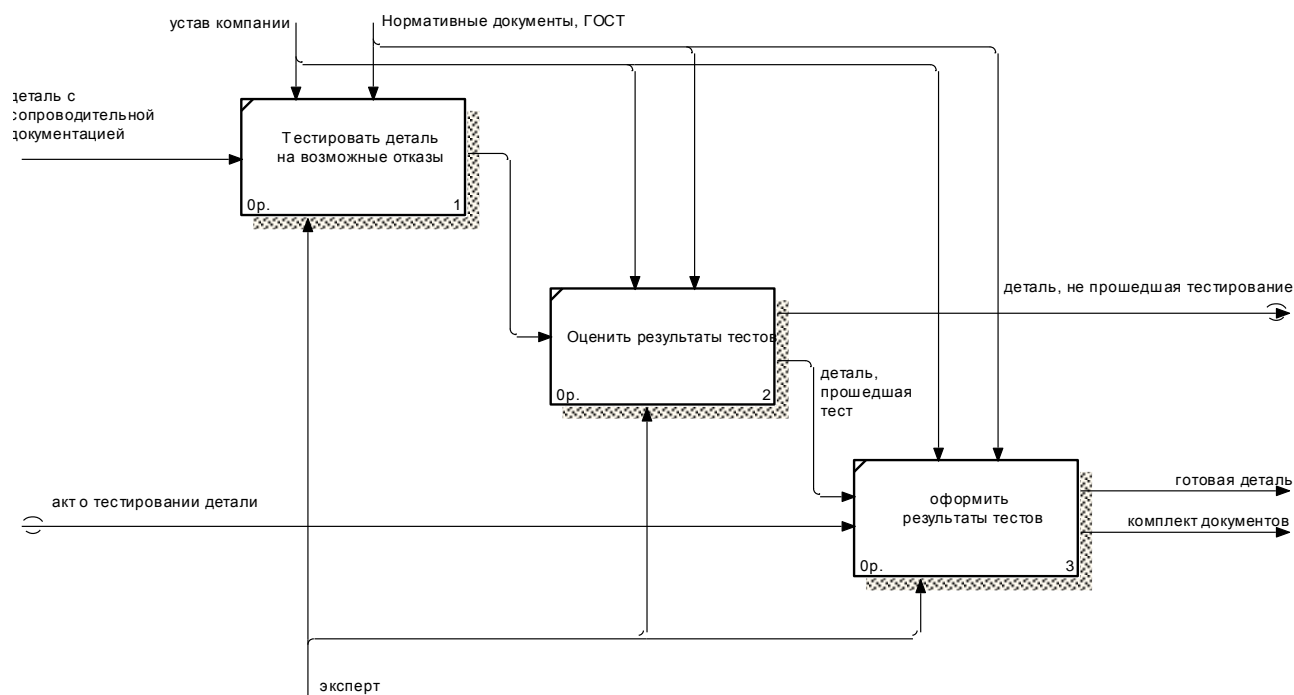
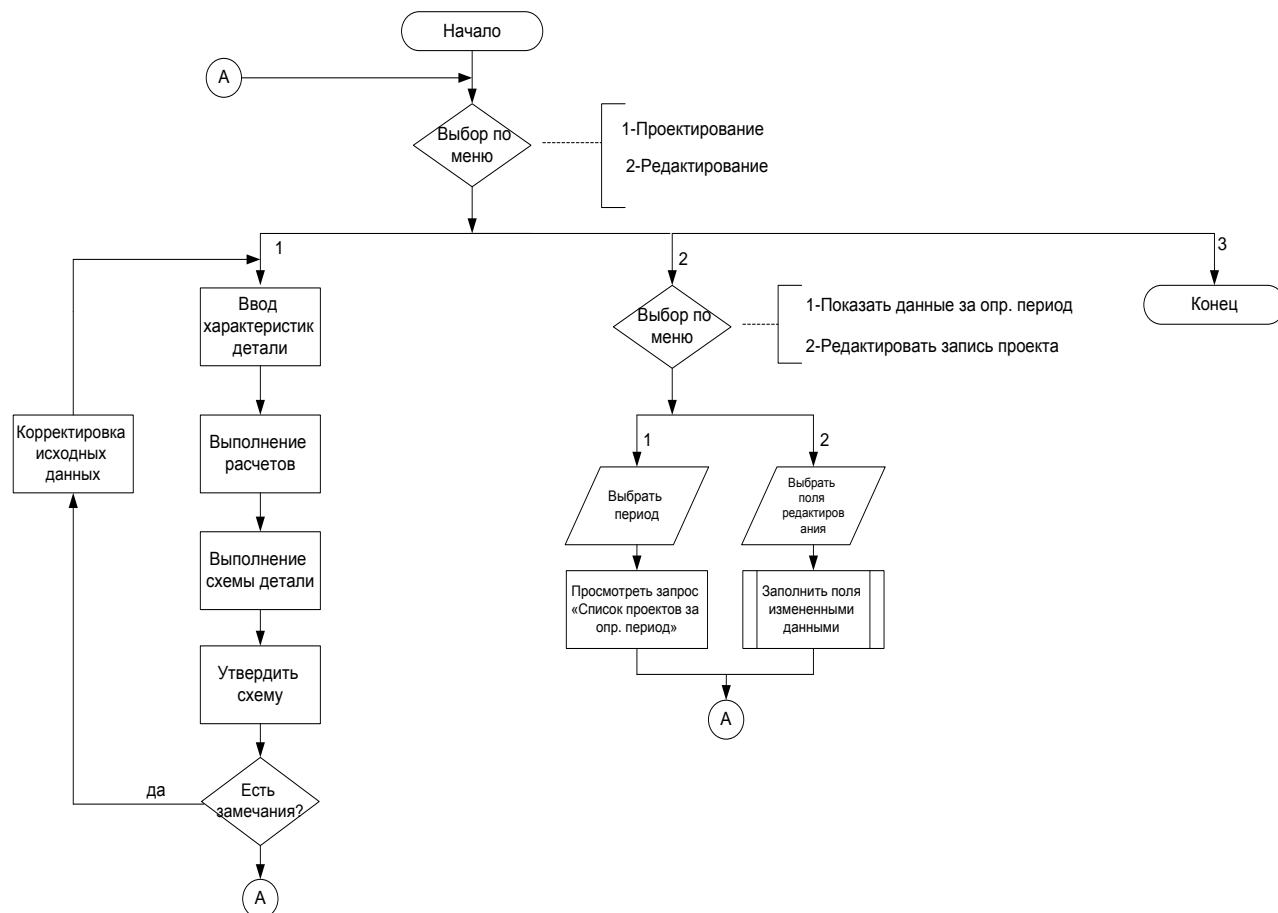


Рисунок А.5. – Декомпозиция функционального блока «Тестировать деталь»

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Обязательное)

Блок-схема алгоритма программы



| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

27.03.04.2017.076.00 ПЗ

Лист

61