

На правах рукописи

Каменьков Дмитрий Васильевич

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ
ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА
В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ ОБ ИЗДЕЛИИ

05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (промышленность)

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2012

Работа выполнена в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Научный руководитель

доктор технических наук, профессор, Анисимов Владимир Иванович

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, доцент, Скобельцын Кирилл Борисович, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, профессор кафедры системного анализа и управление

Кандидат технических наук, Ларистов Дмитрий Александрович, ЗАО «Бизнес Компьютер Центр» («Business Computer CENTER»), инженер первой категории группы внедрения технического отдела департамента интерактивного телевидения

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

Защита состоится 22 мая 2012 года в 15:00 на заседании диссертационного совета Д 212.238.02 Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) по адресу: 197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им.

В.И. Ульянова (Ленина).

Автореферат разослан 20 апреля 2012 года.

Ученый секретарь

диссертационного совета

Н. М. Сафьянников

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность исследования

В настоящее время разработка и оформление основной части технической документации происходит с помощью специализированных САПР. Созданные таким образом электронные документы обрабатываются и хранятся в системах управления данными об изделии. На данный момент на рынке программного обеспечения представлен целый ряд таких систем, позволяющих организовать хранение и учет документации, согласно принятым нормативным документам.

Составной частью технической документации является конструкторская документация. Делопроизводство в области конструкторской деятельности регламентируется рядом нормативных документов единой системы конструкторской документации. Несмотря на то, что вид конструкторской документации строго описан ГОСТом, её маршрутизация на каждом предприятии имеет свои специфические особенности. Задачу маршрутизации электронной документации решают подсистемы документооборота, входящие в состав некоторых систем управления данными об изделии или являющиеся внешними программами. Существующие подсистемы документооборота имеют высокую цену пользовательской лицензии и сложные CASE-средства для настройки, что является сдерживающими факторами внедрения таких подсистем на производственных предприятиях. Поэтому одной из основных задач в области CALS-технологий является разработка новых подсистем электронного документооборота для систем управления данными об изделии, имеющих интуитивно понятный пользовательский интерфейс и невысокую стоимость лицензии.

Главными направлениями работ в этой области являются: исследование существующих методов организации электронного документооборота в системах управления данными об изделии; разработка новых эффективных методов и принципов организации документооборота, позволяющих эффективно разрабатывать подсистемы электронного документооборота для систем управления данными об изделии.

Таким образом, актуальность темы определяется необходимостью разработки универсальных принципов и методик для создания средств управления электронным документооборотом в системах управления данными об изделии, лишенных недостатков существующих разработок.

Цели и задачи исследования

Цель работы - исследование и разработка программного и информационного обеспечения для организации документооборота в системах управления данными об изделии, предназначенных для хранения и распространения технических электронных документов.

Объектом исследования являются научные основы построения средств автоматизации документирования, безбумажного документооборота, процессов работы электронных архивов технической документации.

Предметом исследования являются принципы и методики управления электронным документооборотом технической документации в системах управления данными об изделии.

Для достижения поставленной цели исследования **необходимо решить следующие задачи:**

1. Исследовать процессы документирования информации и на их основе разработать универсальную структуру документа, провести анализ различий электронного и бумажного документа.
2. Разработать лингвистическое обеспечение, основанное на структуре универсального документа.
3. Выполнить анализ и систематизацию методов построения документооборота в системах управления данными об изделии и определить состав технической документации.
4. Разработать структуру модуля документооборота и алгоритм обработки электронного документа, обеспечивающий параметрическую корректировку маршрута и поддерживающий управление реквизитами.
5. Разработать программное и информационное обеспечения для организации документооборота в системе управления данными об изделии.

Основные методы исследования

Для решения поставленных задач в диссертационной работе используются методы структурного анализа, положения теории графов, положения теории баз данных и теории построения САПР, методы объектно-ориентированного проектирования и программирования, методы событийно-ориентированного программирования.

Достоверность научных результатов

Подтверждается корректностью использования математического аппарата теории графов, теории реляционных баз данных, теории объектно-ориентированного программирования, а так же результатами опытного тестирования созданного программного и информационного обеспечения на производственном предприятии.

Новые научные результаты

Научная новизна полученных в диссертационной работе результатов заключается в следующем:

1. Разработана универсальная структура документа, отличающаяся от известных структур возможностью применения в различных отраслях и видах деятельности.
2. Впервые предложена нотация для универсального описания документа и разработана методика её использования для организации электронного документооборота технической документации.
3. Разработан новый алгоритм обработки электронного документа, обеспечивающий параметрическую корректировку маршрута и параметрическое управление реквизитами.
4. Разработана типовая структура документооборота, отличающаяся от известных возможностью параметрической настройки сложных правил управления электронным документом.

Научные положения, выносимые на защиту

1. Универсальная структура документа, которая может быть использована в различных отраслях и видах деятельности.
2. Нотация универсального электронного документа и методика её использования при организации электронного документооборота технической документации.
3. Алгоритм обработки универсального электронного документа, обеспечивающий параметрическую корректировку маршрута и параметрическое управление реквизитами.
4. Типовая структура модуля документооборота, обеспечивающая параметрическое управление маршрутом электронного документа и его реквизитами.

Практическая ценность

Значение результатов диссертационной работы для практического применения заключается в следующем:

1. Разработана методика описания электронных документов и предложена нотация описания электронных документов, с помощью которых можно создать первичную документацию по настройке модуля документооборота.
2. Предложена архитектура модуля документооборота, не требующая написания программного кода для настройки маршрутов электронных документов и обеспечивающая низкие трудозатраты на этапе сопровождения PDM системы.
3. Разработан алгоритм обработки электронного документа, обеспечивающий параметрическую корректировку маршрута и поддерживающий управление реквизитами.

Практическая реализация и внедрение результатов работы

Разработанная в ходе исследования архитектура модуля электронного документооборота была реализована в системе управления данными об изделии TDMS. Основой для разработки послужили встроенные CASE средства и язык программирования VBScript, предлагающие объектно-ориентированную модель программирования, включающую механизмы наследования, а также объектно-событийную модель программирования для управления пользовательским интерфейсом.

Практическим результатом работы является модуль электронного документооборота в системе TDMS, обеспечивающий параметрическую маршрутизацию технической документации, а также параметрическое управление реквизитами электронного документа.

Разработанный модуль внедрен и используется для организации электронного документооборота в ЗАО "МАССА-К" (г. Санкт-Петербург). С помощью данного модуля организован документооборот технической документации и вспомогательных документов, требующих согласования с коллективом конструкторов.

Результаты диссертационной работы использовались:

Основные результаты работы использовались при подготовке инженеров по специальностям 230104 "Системы автоматизированного проектирования"

и магистров по направлению «Информатика и вычислительная техника» (специализация 230100.68-16 «Информационное и программное обеспечения САПР»). Применение разработанной системы в учебном процессе обеспечивало поддержку дисциплины «Моделирование непрерывных систем» учебного плана подготовки магистров по направлению «Информатика и вычислительная техника», а так же дисциплины «Проблемно-ориентированные диалоговые системы» учебного плана подготовки инженеров по специальности 230104 «Системы автоматизации проектирования».

Результаты диссертационной работы используются в учебной практике Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина) на кафедре «Системы автоматизированного проектирования» для подготовки магистров и бакалавров по направлению «Информатика и вычислительная техника».

Апробация работы

Основные теоретические результаты диссертационной работы докладывались на конференциях:

1. XVII Международная конференция "Современное образование: содержание, технологии, качество". – СПбГЭТУ 20.04.2011;
2. Конференции профессорско-преподавательского состава СПбГЭТУ, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет 2011, 2012 гг.

Публикации

Основные теоретические и практические результаты диссертации опубликованы в 4 статьях и докладах, среди которых 2 публикации в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных в действующем перечне ВАК. Доклады доложены и получили одобрение на 2 международных и межвузовских научно-практических конференциях, перечисленных в конце автореферата.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, включающего 58 наименований. Работа изложена на 121 страницах, содержит 45 рисунков и 8 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, научная новизна, практическая ценность результатов. Кратко описано содержание глав диссертации.

В первой главе проводится анализ основных этапов в истории развития технического документоведения, рассматриваются свойства различных видов документов, и приводится универсальная структура документа. Документоведение исследует документ не как источник информации, а как средство социальной коммуникации. Объектом изучения документоведения является комплексное изучение документа как системного объекта, полученного в ходе коммуникативной деятельности и являющимся в ней посредником для передачи информации. Предметом изучения документоведения является исследование целей изучения объекта, а через него и объективной реальности. Целью изучения предмета является создание научного знания о документе и всех его составляющих.

В работе приводится описание структуры документоведения, согласно которой его можно разделить на две подсистемы: общее документоведение и особенное документоведение.

В главе рассматривается процесс технического документирования различных видов научно-технической деятельности, к числу которых относится проектирование, конструирование, разработка технологических процессов, научно-исследовательская деятельность, организация промышленного производства, а также геолого-разведочные, геодезические, картографические работы.

На основании проведенного анализа делается вывод о необходимости разработки универсальной структуры документа для её последующего использования в создании лингвистического обеспечения, а также проектировании средств организации электронного документооборота.

При изучении процессов документирования информации была разработана универсальная структура документа, состоящая из трех основных частей: информативная часть, коммуникативная часть и интерфейсная часть. На рис 1. представлено её упрощенное изображение. Схема состоит из четырех частей: «Реквизиты», «Форма», «Маршрут»,

«Параметры маршрута». Документ создается для сохранения и/или получения определенных данных, и эти данные хранятся в информативной части документа. Коммуникативная часть документа необходима для правильной регистрации этих данных и отображения истории работы с ними, а так же организации маршрутизации. Интерфейсная часть документа обеспечивает взаимодействие человека с документом.

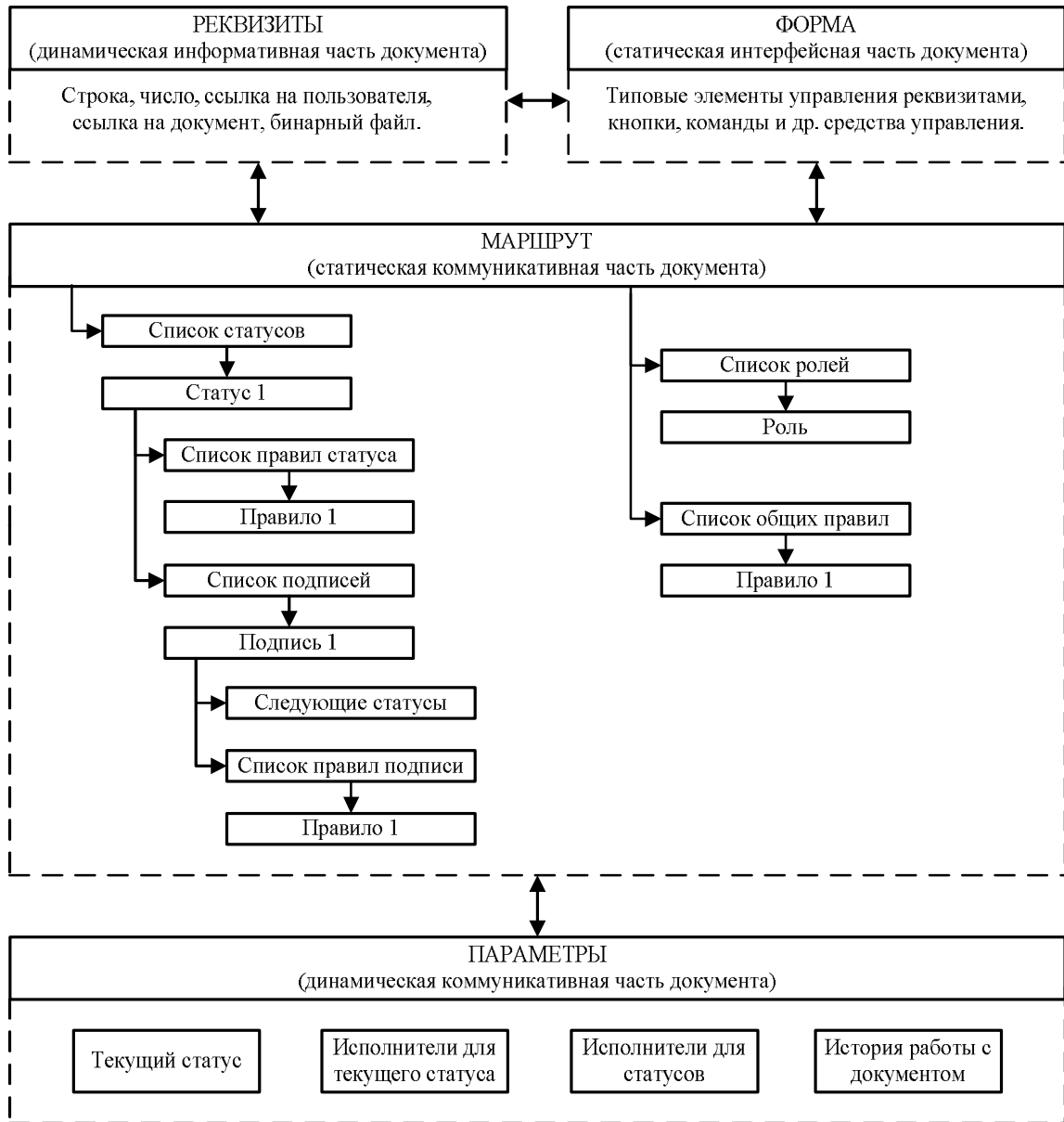


Рис. 1.

В главе рассматриваются различия между бумажным и электронным документами. К таким отличиям были отнесены следующие свойства электронного документа:

- **Динамичность** – возможность изменения или исправления заполненных реквизитов.

- **Интерактивность** – способность документа автоматически верифицировать заполненные реквизиты, давать пользователю указания по их заполнению, а так же контроль процесса коммуникации.

- **Мультисесссионность** – возможность одновременной интерактивной совместной работы над документом несколькими исполнителями.

- **Виртуальность** – физически документ находится на материальном носителе, и вся работа с ним происходит через его виртуальное представление.

- **Мультиоригинальность** – возможность хранения оригинала документа на нескольких физических носителях одновременно.

На основе приведенной структуры электронного документа и требований, перечисленных в тексте диссертации, была разработана нотация для универсального описания документов NDD (Notation Description Document). Разработанная нотация состоит из трех основных элементов: «Статус», «Подпись», «Правила», а также четырех вспомогательных: «Стрелка выбора подписи», «Стрелка установки подписи», «Линия связи правила со статусом», «Линия связи правила с подписью».

В заключении главы обращается внимание на необходимость создания стандартов в области документооборота для решения комплекса проблем, связанных с внедрением систем электронного документооборота и их интеграцией со средствами технического проектирования и другими информационными системами предприятий.

Во второй главе проводится исследование систем управления данными об изделии как составной части CALS-технологий. Рассматриваются традиционные архитектуры системы управления данными об изделии, выполняется анализ и систематизация методов построения документооборота в таких системах. Определяется состав технической документации, необходимой для обеспечения информационной поддержки процессов, сопровождающих жизненный цикл изделия.

В главе подробно рассмотрена структура CALS-технологий и соответствие компонентов этой структуры различным видам технической документации. Согласно этой структуре программное обеспечение разделено на две группы: «Инструментальные средства» и «Информационные системы».

Инструментальные средства применяются для автоматизации индивидуальной работы, результатом их использования является создание проектной, технической, нормативной и др. документации. Инструментальные средства разделены на группы в соответствии с областью их применения: конструирование твердотельных объектов с акцентом на их механико-физические характеристики (MCAD), схемотехническое проектирование (ECAD), оценка технических показателей качества (CAE), подготовка технической документации для производства (CAM) и другие.

Информационные системы управляют потоками данных на предприятии и организуют обмен документами и прочей информацией между сотрудниками. Так же в задачи этих систем входит контроль за производственным оборудованием и сбор информации о производственном процессе. Информационные системы также разделены на группы в соответствии с областью их применения: планирование ресурсов предприятия (ERP), управление данным об изделии (PDM), управление взаимоотношениями с клиентами и потребителями (CRM), управление поставками (SCM), организация производства (MES) и другие.

В диссертационной работе приводится анализ архитектур самых распространенных систем управления данными об изделии, происходит анализ их достоинств и недостатков, а так же рассматривается обобщенная модель таких архитектур.

В главе рассмотрены основные механизмы маршрутизации документов в системах управления данными об изделии, среди которых подробно рассмотрены: потоки работ (workflow) и потоки документов (docflow). Workflow - это механизм, позволяющий передавать поручения от одного участника процесса к другому в соответствии с заранее определенным маршрутом, при этом вместе с поручением могут передаваться и сопутствующие документы. Docflow – это механизм, позволяющий осуществлять маршрутизацию документа между исполнителями в соответствии с заранее определенными правилами. При этом происходит изменение стадии жизненного цикла документа в зависимости от его текущего положения в маршруте.

В работе показано, что решение задач базируется на необходимости создания универсальных методов, подходящих для большинства систем управления данными об изделии. При этом возможны следующие подходы:

- Программный подход – правила работы с электронным документом задаются путем написания программного кода для каждого электронного документа отдельно.
- Параметрический подход – правила работы с документом задаются с помощью графического пользовательского интерфейса.
- Комбинированный подход является объединением двух предыдущих подходов. При таком подходе правила преимущественно задаются с помощью графического пользовательского интерфейса, и в случае необходимости можно написать программный код.

Для решения задач, поставленных в диссертации, был выбран комбинированный подход при разработке модуля документооборота, так как он обладает большинством достоинств параметрического и программного подходов, и способен разрешить противоречия, возникающие при выполнении работы.

В третьей главе представлена разработанная структура модуля документооборота и алгоритмы обработки электронного документа, обеспечивающие параметрическую корректировку маршрута и поддерживающие управление реквизитами.

Упрощенная структура разработанного модуля документооборота представлена на рис 2. Она состоит из трех основных частей:

- Динамические структуры данных хранят информацию, изменяющуюся при работе с электронными документами.
- Статические структуры данных хранят необходимую информацию для настройки модуля документооборота.
- Алгоритмы обработки электронных документов, организующие взаимодействие между структурами данных.

В диссертационной работе были разработаны структуры данных необходимые для управления следующими процессами маршрутизации электронного документа: «Удаление исполнителей в статусах до установки подписи», «Добавление исполнителей из реквизита», «Добавление исполнителей по роли», «Запрос исполнителей у пользователя», «Копирование исполнителей из другого статуса», «Удаление исполнителей в статусах после установки подписи».

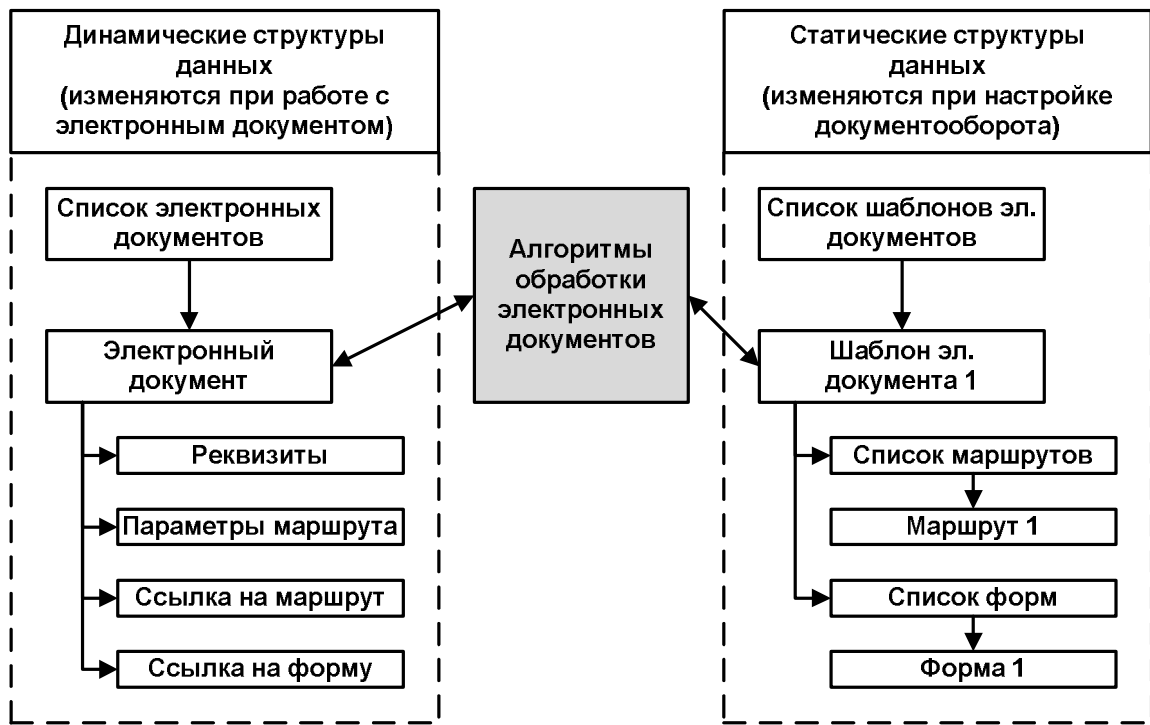


Рис. 2. Упрощенная структура модуля документооборота

Так же в работе были разработаны следующие структуры данных необходимые для управления реквизитами электронного документа: «Редактирование реквизитов документа», «Проверка корректности установки реквизитов перед установкой подписи», «Очистка реквизитов после установки подписи», «Очистка реквизитов после изменения статуса».

В главе представлен разработанный алгоритм обработки электронного документа, его упрощенная схема показана на рис. 3. Данный алгоритм использует в своей работе вышеописанные структуры данных.

На основании разработанных структур данных, алгоритмов и требований к модулю документооборота, произведен выбор среды для реализации программного и информационного обеспечения. В качестве такой среды была выбрана открытая система управления данными об изделии TDMS.

В работе приведено описание CASE инструментов, разработанных для управления конфигурацией модуля документооборота в системе TDMS, позволяющих параметрически задавать правила, согласно которым будет происходить маршрутизация документов и изменение их реквизитного состава.

В заключении рассматриваются разработанные отчеты по движению электронной документации и другие механизмы оповещения и контроля маршрутизации.

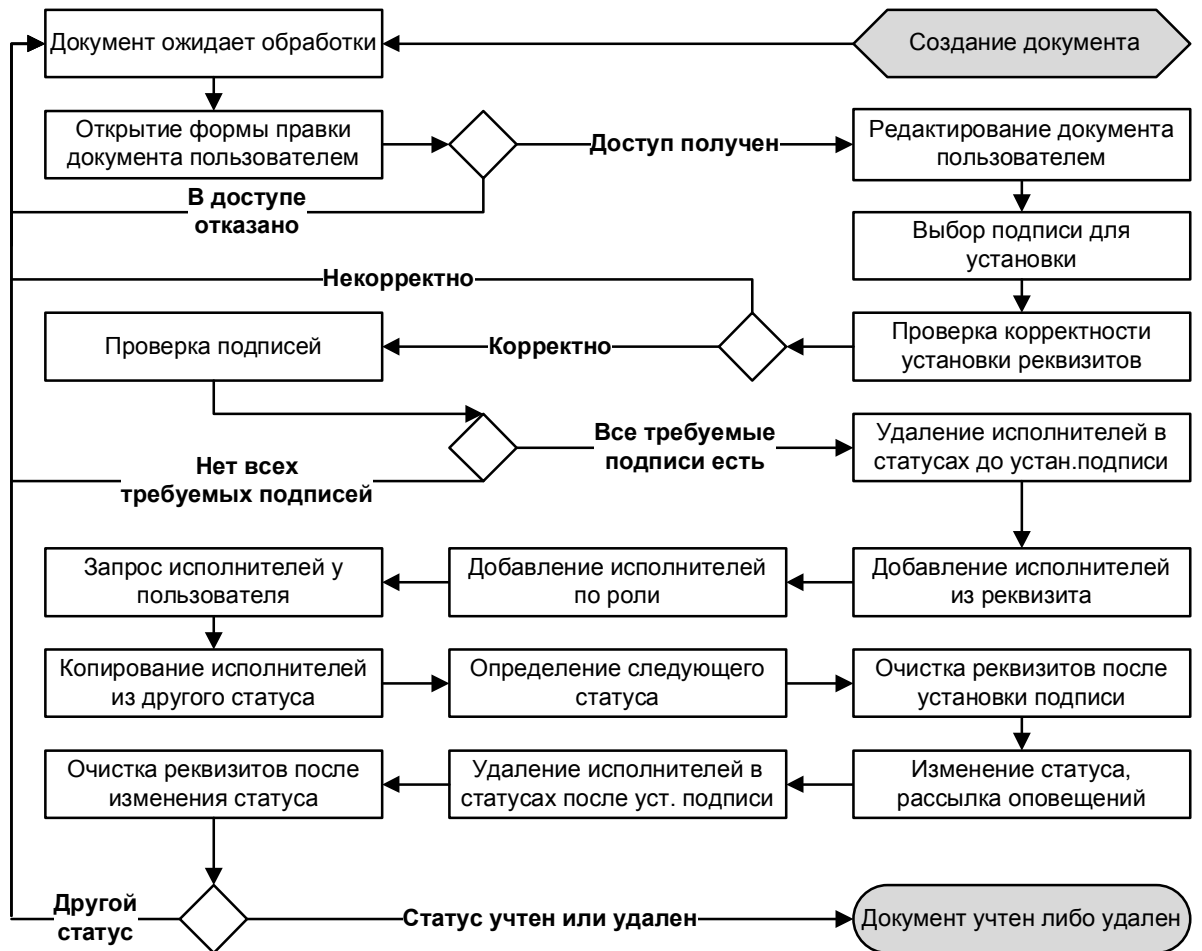


Рис. 3. Упрощенный алгоритм обработки электронного документа

В четвертой главе поэтапно рассматривается методика настройки модуля документооборота в системе управления данными об изделии для организации документооборота новой конструкторской документации и внесения изменения в существующую конструкторскую документацию.

В диссертационной работе приведена разработанная методика использования нотации NDD для создания первичной документации по настройке шаблонов электронных документов в модуле документооборота. В данной методике представлен формат описания правил маршрутизации документа и правил управления реквизитами, созданный на основе структур данных, используемых в разработанном модуле документооборота.

В главе приведена электронная структура изделия (рис. 4), разработанная согласно требованиям ГОСТ 2.101-68 ЕСКД и ГОСТ 2.053-2006 ЕСКД, состоящая из следующих типов элементов: «Главный документ», «Сборка», «Комплект», «Деталь», «Документация», «Прочее изделие», «Стандартное изделие», «Материал».

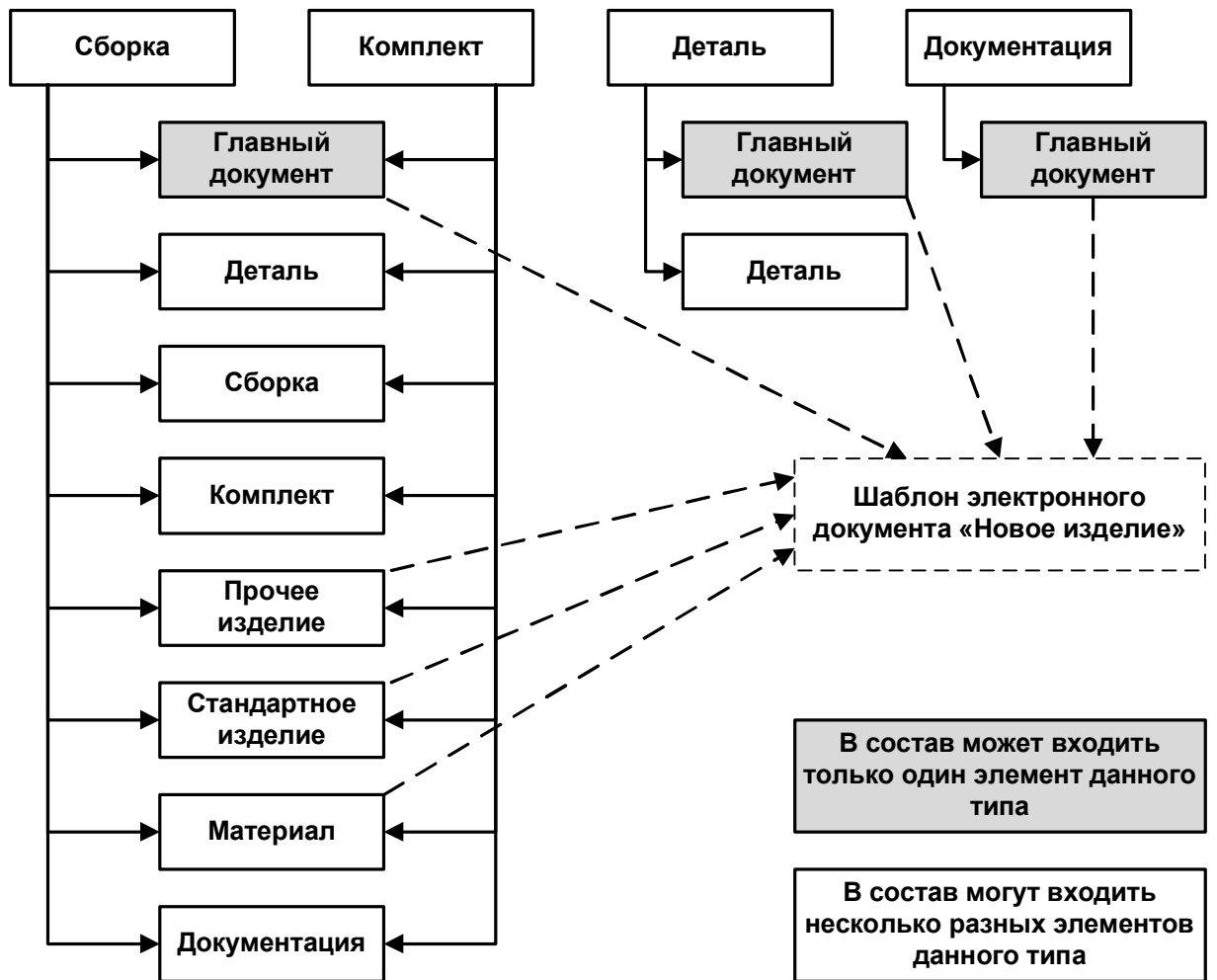


Рис. 4. Электронная структура изделия.

С целью оптимизации хранения и согласования конструкторской документации, содержащей чертежи различных исполнений изделия в одной группе файлов, в электронную структуру изделия был введен специальный тип элемента «Главный документ». Этот тип элемента входит в состав следующих типов элементов электронной структуры изделия: «Сборка», «Комплект», «Деталь», «Документация». Элементы таких типов не могут использоваться в документообороте без входящего в их состав элемента типа «Главный документ». В свою очередь элемент типа «Главный документ» не может быть использован отдельно от элементов, в состав которых он входит и обязательно должен входить в состав только одного типа таких элементов.

На основе анализа разработанной электронной структуры изделия был сделан вывод о необходимости разработки специального шаблона электронного документа «Новое изделие», позволяющего организовать документооборот всех элементов электронной структуры изделия.

Разработанный шаблон «Новое изделие» с помощью встроенного в систему TDMS механизма наследования и специального программного кода был связан со следующими элементами предложенной электронной структуры изделия: «Главный документ», «Прочее изделие», «Стандартное изделие», «Материал».

В главе поэтапно рассматривается подготовка документации для создания шаблона электронного документа «Новое изделие» и его непосредственная настройка в модуле документооборота. Данный шаблон предназначен для организации согласования и утверждения конструкторской документации на новые изделия. В шаблоне были использованы специфические настройки, позволяющие организовать иерархическую маршрутизацию конструкторской документации и в случае необходимости задержать согласование и утверждение вышестоящих электронных документов. При разработке шаблона были выделены следующие стадии жизненного цикла электронных документов: «Разработка изделия», «Исправление изделия», «Проверка изделия», «Дополнительное согласование изделия», «Нормоконтроль изделия», «Ожидание согласования состава», «Быстрое согласование», «Определение объема потребления», «Определение трудоемкости», «Выбор ответственного по закупке», «Определение цены исполнителем», «Покупное или нет», «Утверждение изделия», «Ожидание утверждения состава», «Учет изделия», «Оповещение об учете изделия».

В диссертационной работе рассматривается методика настройки электронного документа «Извещение», созданного с целью внесения изменений в существующую конструкторскую документацию. Основной частью этого документа является таблица содержащая перечень изменений вносимых в существующую конструкторскую документацию. Результатом работы этого электронного документа является сохранение старой версии конструкторской документации и создание новой версии на основе перечня изменений. Перечень изменений в конструкторской документации представлен в виде таблицы, в которой каждая строка выполняет одну из нижеперечисленных операций: изменение файлового состава изделия, удаление из файлового состава изделия, ввод новой составной части в изделие, замена составной части изделия, удаление составной части изделия, изменение количества составной части изделий.

Так же в работе поэтапно рассматривается подготовка документации для настройки шаблона электронного документа «Извещение» и его непосредственная настройка в модуле документооборота. Данный документ предназначен для внесения изменений в существующую конструкторскую документацию. При разработке были выделены следующие стадии его жизненного цикла: «Разработка извещения», «Исправление извещения», «Проверка извещения», «Нормоконтроль извещения», «Дополнительное согласование извещения», «Окончательное согласование извещения», «Утверждение извещения», «Учет извещения», «Оповещение об извещении».

В главе рассматривается порядок обработки пользователями электронной документации на основе установленных приоритетов и сроков исполнения.

В заключении сформулированы основные научные и практические результаты, полученные на основе проведенных в диссертационной работе исследований.

Основные результаты работы

1. На основе исследований, приведенных в диссертационной работе, разработана универсальная структура документа и предложена нотация для универсального описания документа.
2. Разработан алгоритм обработки электронного документа, обеспечивающий параметрическую корректировку маршрута и параметрическое управление реквизитами.
3. Предложена типовая структура модуля документооборота, поддерживающая возможность параметрического управления маршрутами электронных документов и их реквизитным составом.
4. Разработана электронная структура изделия, обеспечивающая хранение технической документации в системе управления данными об изделии.
5. Представлены тексто-графические описания шаблонов электронных конструкторских документов, разработанных при помощи универсальной нотации описания электронного документа.
6. Разработано и внедрено программное и информационное обеспечение для организации документооборота в системе управления данными об изделии TDMS.

Список опубликованных работ по теме диссертации

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК России:

1. Каменьков Д.В. Структура и свойства электронных документов / В.И. Анисимов, Д.В. Каменьков // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Вып. 5. - СПб.: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. - С. 39-42.
2. Каменьков Д.В. Разработка типового встроенного модуля документооборота в системах управления данными об изделии / В.Н. Гридин, В.И. Анисимов, Д.В. Каменьков // Информационные технологии в проектировании и производстве – 2011. – №2. – С. 18-21.

Другие статьи и материалы конференций:

3. Каменьков Д.В. Работа с документами как составная часть профессиональных навыков / Д.В. Каменьков // Материалы XVII международной конференции “Современное образование: содержание, технологии, качество”. Том 1. – СПб., СПбГЭТУ, 20.04.2011. – С. 125-126.
4. Каменьков Д.В. Разработка модуля документооборота в системах управления данными об изделии / Д.В. Каменьков // Материалы 64-ой научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава университета “ЛЭТИ”. – СПб., СПбГЭТУ, 25.01.2011. – С. 123-127.