

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н. Э. БАУМАНА  
Факультет **Информатика и системы управления**  
Кафедра **Информационная безопасность**

**Расчётно-пояснительная записка к дипломному проекту**

«Создание средств обеспечения информационной безопасности при совместной работе пользователей в системе электронного документооборота на основе теории массового обслуживания»

Листов 25

Выполнил:  
Карташов В.Е.

Руководитель:  
Гудков О.В.

Москва  
2014

# Содержание

<b>1</b>	<b>ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ . . . . .</b>	<b>4</b>
1.1	Введение . . . . .	4
1.2	Обзор существующих систем электронного документооборота . . . . .	5
1.2.1	Назначение и основные свойства систем электронного документооборота . . . . .	5
1.2.2	Классификация систем электронного документооборота . . . . .	6
1.2.3	Вопросы информационной безопасности . . . . .	7
1.2.4	Рынок СЭД в Российской Федерации . . . . .	8
1.3	Исследование СЭД с точки зрения теории массового обслуживания . . . . .	9
1.3.1	Общая схема электронного документооборота . . . . .	9
1.3.2	Структура КХЭД . . . . .	10
1.3.3	КХЭД как сеть массового обслуживания . . . . .	12
<b>2</b>	<b>КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ . . . . .</b>	<b>17</b>
2.1	Математическая постановка задачи . . . . .	17
<b>3</b>	<b>ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ . . . . .</b>	<b>19</b>
3.1	Введение . . . . .	19
3.2	Расчёт трудоёмкости проекта . . . . .	19
3.2.1	Определение численности исполнителей . . . . .	20
3.2.2	Построение сетевого графика . . . . .	21
3.2.3	Диаграмма Ганта . . . . .	24
	<b>Литература . . . . .</b>	<b>25</b>

# ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

<b>СЭД</b>	– система электронного документооборота
<b>СКЗИ</b>	– средства криптографической защиты информации
<b>ЭП</b>	– электронная подпись
<b>ПО</b>	– программное обеспечение

# Глава 1

## ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.1 Введение

*Документооборот* – движение документов в организации с момента их создания или получения до завершения исполнения или отправления [1]. Документооборот является неотъемлемой частью рабочего процесса любой компании любого масштаба. При выполнении производственных задач, организации процессов внутри компании, коммуникации с контрагентами и органами государственной власти используются документы. Правильная организация документооборота способна повысить эффективность работы предприятия и оптимизировать временные и материальные затраты.

В течение последнего десятилетия наблюдается постепенный переход от бумажного документооборота к электронному. Это может проявляться как в полном или частичном отказе от бумажных версий документов, так и в дублировании бумажных копий электронными. Положительные моменты этого процесса – такие, как повышение скорости обработки документов и снижение материально-временных затрат на создание, хранение и передачу документов – компенсируются сложностями в обеспечении информационной безопасности электронных документов. Так, необходимо обеспечить защиту от несанкционированного доступа к хранилищу документов и каналу передачи данных, создать средства подтверждения авторства документа. Данный вопрос лежит как в технической, так и в правовой области.

Для организации процесса электронного документооборота создаются программные и программно-аппаратные комплексы. Для решения задач информационной безопасности они так или иначе используют средства криптографической защиты информации. Однако среди используемых СКЗИ встречаются в основном средства, основанные на технологии Microsoft CryptoAPI – криптопровайдеры, совместимые только с ограниченным набором операционных систем Microsoft Windows. Более того, эти средства применяются только для решения двух наиболее очевидных задач: обеспечение работы с электронной подписью в соответствии с Федеральным законом №63 «Об электронной подписи» и защита канала передачи данных между хранилищем электронных документов и операторами системы. Без внимания остаются другие вопросы безопасности – такие, как, например, обеспечение целостности хранимой истории изменений, внесённых в документ.

В то же время, открытый подход к разработке программного обеспечения (когда любой желающий может просмотреть исходные тексты и предложить свои изменения) доказал свою состоятельность: к примеру, операционные системы, разработанные таким образом, используются в Роскосмосе. Плюсы данного подхода очевидны: за счёт открытости исходных текстов для так называемых «белых хакеров» и программистов по всему миру в итоговом ПО присут-

ствуется меньше ошибок по сравнению с аналогами. Разработанное таким способом ПО после внесения некоторых правок может быть сертифицировано и распространяться в соответствии с законодательством РФ.

Таким образом, целью дипломного проектирования является анализ угроз и средств противодействия им для СЭД, выбор методов и средств защиты при передаче и хранении информации в СЭД, а также их реализация.

## **1.2 Обзор существующих систем электронного документооборота**

### **1.2.1 Назначение и основные свойства систем электронного документооборота**

Документооборот включает в себя:

- создание
- обработку
- хранение
- передачу
- вывод документов.

Соответственно, в задачи системы документооборота входит обеспечение этих процессов, причём в разных системах упор делается на разные стадии. Это происходит за счёт интеграции со сторонними средствами – например, средствами сканирования и распознавания текста.

К основным свойствам СЭД относят:

- Открытость;

СЭД строятся по модульному принципу, что позволяет подстраиваться под требования к системе, совершенствовать отдельные модули и интегрироваться со сторонними модулями.

- Высокая степень интеграции с прикладным программным обеспечением;

Снижает затраты на обучение сотрудников: последние работают с привычным ПО, которое, в свою очередь, взаимодействует с СЭД.

- Организация хранения документов;

К этому вопросу можно подойти разносторонне, но в основном выделяют три реальных модуля хранения данных, взаимодействующих между собой:

- Хранилище документов;
- Хранилище атрибутов документов;
- Сервисы индексации и поиска.

На их основе можно строить виртуальные сущности вроде работы с привязанными к ней документами.

- Организация маршрутизации документов;

В зависимости от решаемых задач, маршрутизация может быть свободной (меняться по мере работы с документом) или жёсткой (задаваться при создании задачи, без права исполнителя изменить маршрут).

- Разграничение доступа;

Один из основных механизмов, обеспечивающих безопасность обрабатываемой информации – контроль доступа. Основные виды полномочий:

- Полный контроль документа;
- Разрешение на редактирование;
- Разрешение на создание новых версий;
- Право на чтение;
- Право на доступ к учётной карточке, без разрешения на редактирование документа;
- Право на доступ к карточке без доступа к документу;
- Полный запрет на работу с документом.

В зависимости от конкретной СЭД набор параметров может различаться.

- Поддержка версионности документов;

Важное свойство для хранения достоверной истории и подтверждения авторства пользовательских изменений.

- Поддержка различных форматов данных;

В зависимости от компании и решаемой задачи формат рабочего документа может варьироваться от ODT/DOCX до TeX и даже CAD. Выбор СЭД обуславливается в частности и поддержкой нужных форматов.

- Аннотирование документов.

Полезное свойство для гибкости разграничения доступа: в некоторых ситуациях доступ к редактированию документа может быть излишним, но возможность добавления комментариев решает эту проблему.

### **1.2.2 Классификация систем электронного документооборота**

По классу решаемых задач выделяют СЭД:

- Ориентированные на бизнес-процессы

Развитое управление и процессами, и содержимым в контексте отрасли.

- Корпоративные

Общекорпоративные системы.

- Системы управления содержимым

Объектом является документ.

- Системы управления потоком работ  
Объектом является работа.
- Системы управления образами  
Большое внимание уделяется вводу документов из бумажных форм (в виде отсканированных изображений) и перевод их в электронный вид.
- Системы управления корпоративными электронными записями  
Работа с неизменяемыми данными (например, денежными транзакциями).

По способу распространения СЭД делятся на

- Коробочные  
Универсальные системы, которые потребитель может настроить для своих нужд самостоятельно.
- Проектные  
Системы «под заказ», разворачиваются и адаптируются индивидуально для предприятия.

### **1.2.3 Вопросы информационной безопасности**

В любой системе электронного документооборота должны присутствовать базовые функции безопасности:

- Идентификация и аутентификация пользователей;  
Иначе применение СЭД бессмысленно
- Защита каналов передачи данных;  
Для противодействия атакам типа «человек посередине»
- Поддержка средств добавления и проверки электронной подписи;  
Для обеспечения юридической значимости обрабатываемым документам
- Строгое журналирование;  
Вместе с системой идентификации/аутентификации должно обеспечиваться жёсткое связывание автора и сделанных им изменений. При этом отмена изменений должна быть новой записью в журнале, а не отменой предыдущей.
- Резервирование сервисов (серверных средств), в т.ч. горячее.  
Для обеспечения свойства доступности

Помимо этого, если в системе обрабатываются данные, защита которых предусмотрена действующим законодательством, должны выполняться и соответствующие требования.

## 1.2.4 Рынок СЭД в Российской Федерации

В Таблице 1.1 рассмотрены некоторые параметры крупнейших СЭД, представленных на российском рынке. Основное внимание уделено универсальности требований к среде исполнения и обеспечению информационной безопасности.

В целях быстрого захвата рынка большинство СЭД ориентируются на текущие ресурсы предприятий: в качестве целевой ОС используется Microsoft Windows, в качестве системы учёта задач и базы данных – Lotus и MS SQL / Oracle. Активное развитие мобильных операционных систем побуждает производителей выпускать клиенты для Android/iOS, а также веб-интерфейс для управления задачами. Функциональность таких версий обычно урезана: например, они не позволяют добавлять к документу цифровую подпись. Однако разработчики забывают учесть три важных фактора:

- В качестве стандарта для офисных приложений выбран формат ODT (ГОСТ Р ИСО / МЭК 26300 – 2010), который не поддерживается Microsoft Office;
- Для государственных и бюджетных учреждений использование ПО Microsoft является дополнительной крупной статьёй расхода, избежать которой помогает свободное программное обеспечение;
- ПО Microsoft не имеет сертификата Министерства Обороны, что накладывает дополнительные ограничения на использование указанных СЭД.

В части обеспечения безопасности обрабатываемой информации все СЭД располагают базовым набором функций:

- Шифруется канал передачи данных между клиентом и сервером;
- Используются средства добавления и проверки электронной подписи;
- Применяются механизмы разграничения доступа.

Однако, несмотря на работу с электронной подписью, не все СЭД располагают встроенным средством контроля целостности. В частности, это раскрывается в работе с версиями одного и того же документа: ЭП обычно используется при создании выходного документа, однако в процессе работы контроль целостности и подтверждение авторства отдаётся на откуп внутренним механизмам СЭД, которым можно доверять с ограничениями. В результате получаем систему, в которой возможен отказ от авторства, а в некоторых случаях и анонимное изменение документа или, наоборот, откат сделанных изменений без должного журналирования.

Что же касается последнего пункта, то и здесь часто применяются полумеры. Очевидно, что разграничение доступа в базовом виде «писать вверх, читать вниз» есть во всех системах. Почти везде есть средства делегирования полномочий. Но когда дело доходит до более сложных процессов и требуется более дифференцированное разграничение доступа, значительная часть СЭД перестаёт удовлетворять требованиям. Это касается таких возможностей, как:

- Право создавать задачи и документы, но не подписывать (завершать) их;
- Право комментировать результаты, но не вносить изменения в тело документа;
- Право просматривать атрибуты документа, но не его содержание;
- Право изменять часть параметров документа, но не все атрибуты вместе;



- Право работать с документом без доступа к части атрибутов документа;
- И т.д.

Всё это позволяет сделать вывод о целесообразности создания новой системы электронного документооборота, основанной на открытых технологиях и решающей перечисленные проблемы.

Таблица 1.1: Существующие решения

СЭД	Платформа	Поддержка клиент-ских ОС	Поддержка серверных ОС	Лицензия	Разграничение доступа
Босс-референт	Lotus / MS SharePoint / JBOSS	Windows / Linux / Mac OS X	Windows / Linux	Проприетарная / СПО	По документам
1С: Документооборот	1С: Предприятие	Windows	Windows	Проприетарная	По документам
CompanyMedia / OfficeMedia	Lotus	Любые	Windows / Linux	Проприетарная	?
Effect Office	Microsoft	Windows	Windows	Проприетарная	На уровне разделов и рубрик
LanDocs	Oracle / Microsoft	Windows	Windows	Проприетарная	Полное
Дело (ЭОС)	1С / MS SharePoint / Oracle	Windows	Windows	Проприетарная	Полное
DIRECTUM	Microsoft	Windows	Windows	Проприетарная	Полное
OPTIMA WorkFlow	MS / Oracle	Windows	Windows	Проприетарная	?
DocVision	MS / Oracle	Windows	Windows	Проприетарная	Полное

## 1.3 Исследование СЭД с точки зрения теории массового обслуживания

### 1.3.1 Общая схема электронного документооборота

Процесс документооборота можно представить в виде графа, изображённого на рис. 1.1. Вершинами в нём являются редакторы, а дугами – переходы задания на разработку документа между редакторами в соответствии с принятой в организации структурой. Весам дуг соответствуют вероятности этих переходов. Обратные связи демонстрируют возвращение документа на переработку. Вершинами «Старт» и «Финиш» обозначены момент получения задания и завершение исполнения соответственно.

В ходе практики была рассмотрена система электронного документооборота.

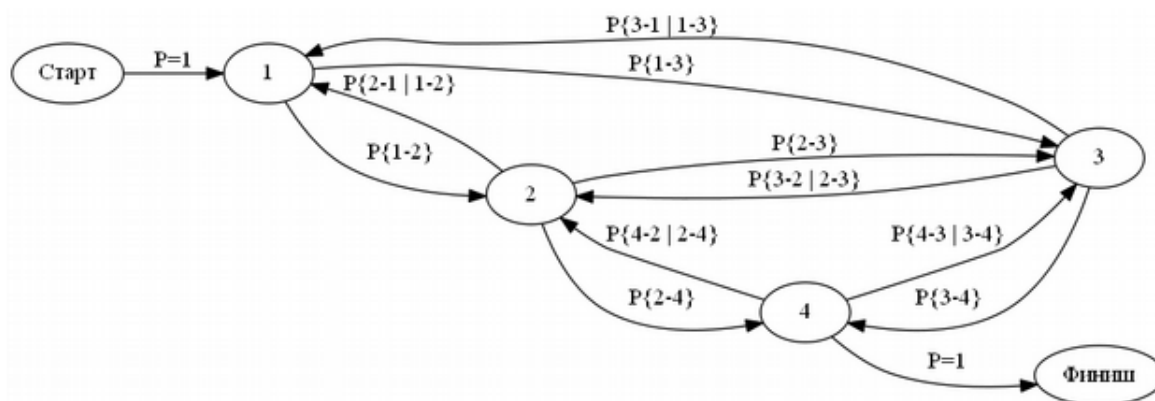


Рисунок 1.1: Характерный вид процесса документооборота

**Электронный документ** – документированная информация, представленная в электронной форме, то есть в виде, пригодном для восприятия человеком с использованием электронных вычислительных машин, а также для передачи по информационно-телекоммуникационным сетям или обработки в информационных системах. [2]

**Система электронного документооборота (СЭД)** – автоматизированная система, реализующая процесс документооборота применительно к электронным документам.

Для организации системы электронного документооборота необходимо разработать ряд технических средств, среди которых хранилище электронных документов (ХЭД). В настоящее время электронный архив (одно из распространённых названий ХЭД) позиционируется как независимый компонент, способный быть как отдельным комплексом, заменяющим собой бумажный архив документов, так и основой для СЭД. Данный подход позволяет конструировать гибкую систему электронного документооборота из независимых модулей.

При проектировании ХЭД следует учитывать законодательно-нормативные требования, касающиеся информационной безопасности хранимых электронных документов. Это обстоятельство позволяет конкретизировать определение ХЭД как **конфиденциальное хранилище электронных документов (КХЭД)** – систему кратковременного и долговременного конфиденциального хранения электронных документов, предоставляющую возможности по защите от несанкционированного доступа (НСД), контролю доступа, обеспечению юридической значимости электронных документов. [3]

Сложная структура, многоступенчатое обслуживание, случайный характер моментов поступления запросов пользователей и длительности их обработки в КХЭД предопределяют использование моделей сетей массового обслуживания для анализа и проектирования.

### 1.3.2 Структура КХЭД

На рис. 1.2 изображена схема описанных модулей в нотациях UML.

- Модуль установки соединения

Отвечает за организацию процесса подключения пользователя к конфиденциальному хранилищу электронных документов и передачу данных – проведение процедуры согласования параметров соединения, помещение заявок пользователей на ожидание в очередь основного процесса сервера приложений, выделение параллельных потоков для работы пользователя с системой.

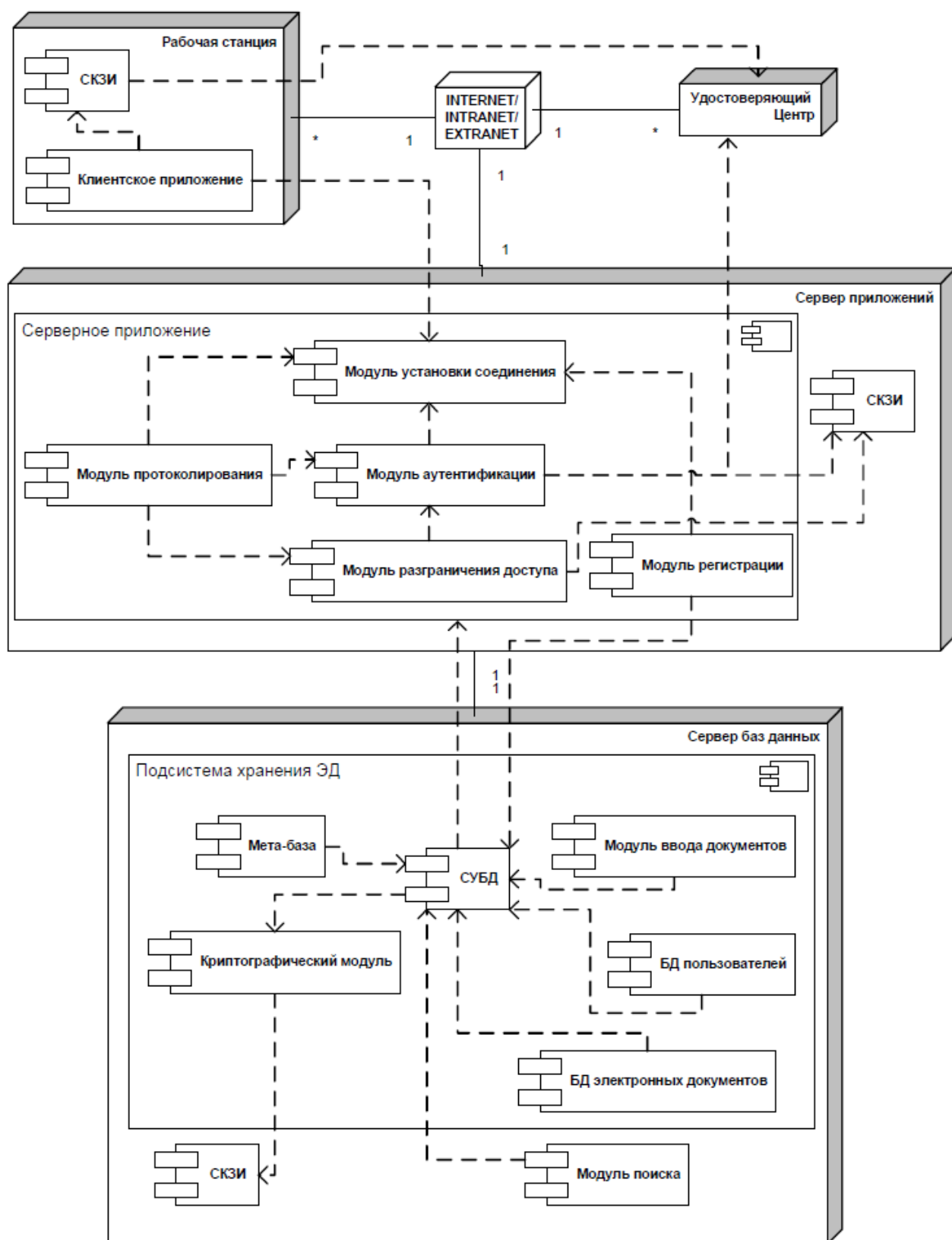


Рисунок 1.2: Структура КХЭД

- Модуль аутентификации

Отвечает за проверку принадлежности субъекту доступа предъявленного им идентификатора.

- Модуль разграничения доступа

Предназначен для проверки прав пользователей на доступ к функциям системы и электронным документам, а также для ограничения и контроля действий пользователей в соответствии с их правами.

- Модуль хранения электронных документов

Отвечает за организацию конфиденциального хранения электронных документов и за предоставление доступа к ним пользователей.

- Модуль поиска и редактирования

Предназначен для осуществления поиска ЭД по запросам пользователей, а также внесения изменений в них.

### 1.3.3 КХЭД как сеть массового обслуживания

**Система массового обслуживания (СМО)** – система, производящая обслуживание поступающих в неё требований. **Заявки** (требования) поступают от нескольких источников через постоянные или произвольные промежутки времени. **Приборы** (каналы) служат для обработки этих заявок. Если в момент поступления заявки все приборы заняты, заявка поступает в **очередь** на обслуживание. Очередь может быть конечной или бесконечной. В случае переполнения конечной очереди заявка получает **отказ** с вероятностью, называемой **вероятностью потери заявки**.

Для обозначения типа СМО Кендаллом и Башариным предложена система обозначений, имеющих вид  $\Delta/\Theta/\Xi/\Omega$ . [4–6] Здесь  $\Delta$  – обозначение закона распределения вероятностей для интервалов поступления заявок,  $\Theta$  – обозначение закона распределения вероятностей для времени,  $\Xi$  – число каналов обслуживания,  $\Omega$  – число мест в очереди.

Обозначение законов распределения в позициях  $\Delta$  и  $\Theta$  выполняется обычно буквами из следующего списка:

- $M$  – экспоненциальное,
- $E^k$  – эрланговское порядка  $k$ ,
- $R$  – равномерное,
- $D$  – детерминированное (постоянная величина),
- $G$  – произвольное (любого вида).

Если число мест в очереди не ограничено, то позиция  $\Xi$  не указывается. Например,  $M/M/1$  означает простейшую СМО (оба распределения экспоненциальные, канал обслуживания один, очередь не ограничена), а обозначение  $R/D/2/100$  соответствует СМО с равномерным распределением интервалов поступления требований, фиксированным временем их обслуживания, двумя каналами и 100 местами в очереди. В этой СМО заявки, приходящие в моменты, когда все места в очереди заняты, покидают систему (т.е. теряются).



$S1$  – центр, формализующий работу модуля ТСП (транспортный уровень) операционной системы сервера приложений КХЭД на этапе установления соединения.  $K$  – число обслуживающих каналов, очередь отсутствует. Если в момент поступления сообщения в центр все  $K$  каналов заняты, то сообщение теряется, вероятность этого события равна  $P_B$ .

$S2$  – основной поток приложения сервера, извлекающего сообщения из очереди на установление соединения. Максимальная длина очереди  $L$  к центру задается в серверном приложении. Если при поступлении сообщения все  $L$  мест очереди заняты, то сообщение теряется с вероятностью  $P_L$ .

$S3$  – параллельные потоки сервера, обеспечивающие одновременное обслуживание соединений на этапе получения запросов по сети. При переполнении центра сообщения теряются с вероятностью  $P_{TO}$ . Центры  $S1, S2, S3$  реализуют модуль установки соединения.

Центры  $S3$  и  $S8$  имеют по  $M$  каналов обслуживания (потоков сервера) и при начале обслуживания сообщения в  $i$ -ом канале центра  $S3$  он считается занятым до завершения обслуживания в  $i$ -ом канале центра  $S8$ . Таким образом, происходит блокировка каналов центров  $S3$  и  $S8$  и поэтому потеря сообщений из-за переполнения очереди к центрам  $S5, S6, S7$  и занятости всех обслуживающих устройств центра  $S4$  не происходит, т.к. больше чем  $M$  сообщений в центрах  $S4, S5, S6, S7$  быть не может.

$S4$  – модуль аутентификации клиентов при обращении к КХЭД.

$S5$  – модуль проверки прав доступа клиентов при обращении к КХЭД.

В случае удачной аутентификации и проверки прав доступа клиента производится поиск электронного документа по запросу пользователя и выполнение операций по контролю целостности информации, проверке и простановки ЭЦП, шифрованию и дешифрованию. Для формализации процесса поиска и редактирования электронных документов выделены центры  $S6$  и  $S7$  соответственно. После того, как запрос пользователя выполнен, происходит передача ответа пользователю в многолинейном центре обслуживания  $S8$ .

В соответствии с теоремой BCMP (Baskett, Chandy, Muntz, Palacios) мультипликативное свойство решения (1.1) для  $P_{(n_1, n_2, \dots, n_R)}$  сохраняется для СеМО, содержащих следующие виды узлов:

- $M/M/m$  с дисциплиной обслуживания FCFS (First Came First Served – первым поступил, первым обслужен);
- $M/G/1$  с дисциплиной дисциплиной PS (Process Sharing – разделение процессора);
- $M/G/\infty$  с обслуживанием без ожидания (IS – Immediately Serve);
- $M/G/1$  с дисциплиной LCFS (Last Came First Served – последним поступил, первым обслужен) с прерываниями. [7]

В приведённой на рис. 1.3 схеме представлены следующие узлы:

- $S1, S3, S4, S8$  –  $M/G/\infty$ , IS;
- $S2, S6, S7$  –  $M/M/1$ , FCFS;
- $S5$  –  $M/G/1$ , PS. [3]

Одной из важнейших задач СЭД является обнаружение ошибок редактора. Такие ошибки делятся соответственно на *детектируемые* и *недетектируемые*. Описанная на рис. 1.3 СеМО обнаруживает следующие типы ошибок:

- Неверное предоставление аутентификационных данных – эта ошибка появляется с вероятностью  $P_{data}$ ;
- Отсутствие прав доступа к запрашиваемому документу – с вероятностью  $P_{auth}$ ;
- Ошибка поиска – с вероятностью  $P_{den}$ ;
- Ошибки во вносимых изменениях (напр., обращение к некорректным полям документа) – с вероятностью  $P_{txt}$ .

Механизм обнаружения таких ошибок позволяет избежать выдачи заведомо неверного документа следующему редактору в схеме, представленной на рис. 1.1.

С учётом вышеописанного, каждый из редакторов в схеме на рис. 1.1 может быть представлен в виде автоматизированной системы, изображённой на рис. 1.4.

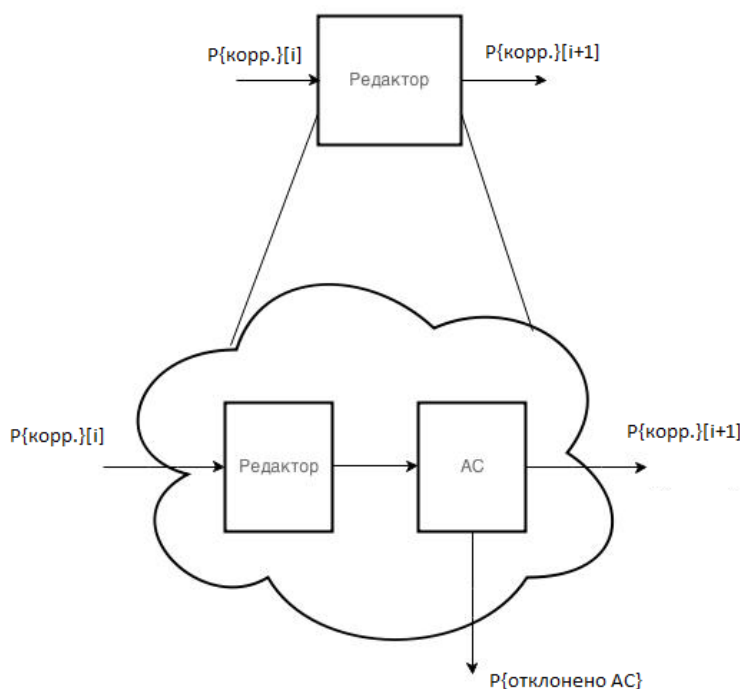


Рисунок 1.4: Схема узла СЭД с применением АС для обработки данных

В роли АС здесь выступает КХЭД, описанное на рис. 1.3. В случае обнаружения ошибок силами АС пользователю выдаётся сообщение об ошибке, т.е. фактически новое задание на редактирование. С учётом этого факта граф, представленный на рис. 1.1, преобразуется к виду:

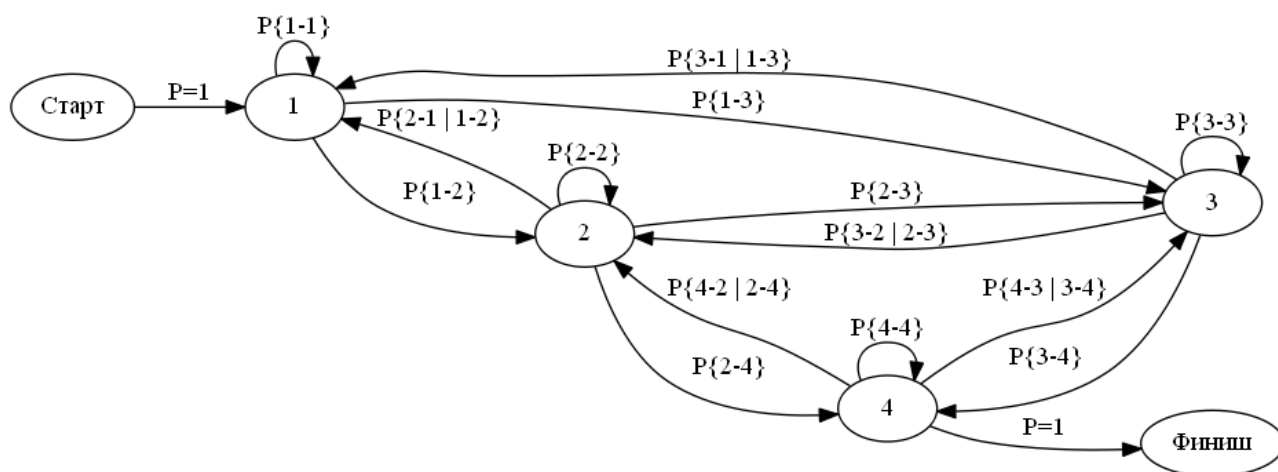


Рисунок 1.5: Документооборот с применением СЭД



## Глава 2

# КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Математическая постановка задачи

Пусть вероятность получения корректного документа (документа, не содержащего ошибок) после обработки  $i$ -м редактором в схеме рис. 1.1 равна  $p_i$ . Тогда вероятность получения корректного документа после обработки последовательно  $N$  редакторами равна

$$P = \prod_{i=1}^N p_i.$$

При обработке документов в соответствии со схемой рис. 1.3 АС исправляет часть ошибок редактора. Детектируемые ошибки появляются при редактировании с вероятностью

$$P_{AC} = P_{data} + (1 - P_{data})P_{auth} + (1 - P_{data})(1 - P_{auth})P_{den} + (1 - P_{auth})(1 - P_{data})(1 - P_{den})p_{txt}. \quad (2.1)$$

Вероятность отклонения автоматизированной системой (вероятность возврата на доработку) равна

$$P'_{AC} = P'_{data} + (1 - P'_{data})P'_{auth} + (1 - P'_{data})(1 - P'_{auth})P'_{den} + (1 - P'_{auth})(1 - P'_{data})(1 - P'_{den})P'_{txt}, \quad (2.2)$$

где вероятности  $P'_i$  обозначают одновременное наступление двух событий: появление ошибки  $k$  и её обнаружение соотв. модулем АС.

Вероятность появления *недетектируемых* ошибок –  $P_A$ .

Вероятность возникновения ошибки на  $i$ -том узле в процессе документооборота составляет  $P_{A_i} + P_{AC_i}$ . В случае использования АС для обнаружения ошибок она уменьшается до  $P_{A_i} + (P_{AC_i} - P'_{AC_i})$ .

Пусть процесс документооборота характеризуется графом  $G(V, E)$ , изображённым на рис. 1.5.

Пусть  $M$  — множество всех возможных маршрутов при обработке документа. Тогда любой маршрут  $m \in M$  характеризуется упорядоченным набором весов рёбер, лежащих на нём:  $m = (p_{ij}); i, j \in V$ . Тогда показатель эффективности СЭД соответствует вероятности получения корректного документа после обработки:

$$\sum_{m \in M} \left( \prod_{p_{ij} \in m} p_{ij}(1 - P_{err}) \right),$$

где  $P_{err_j} = P_{A_j} + P_{AC_j}$  для классического документооборота и  $P_{err_j} = P_{A_j} + (P_{AC_j} - P'_{AC_j})$  для СЭД.

Коэффициент прироста показателя эффективности при применении вышеописанной схемы рассчитывается следующим образом:

$$E_k = \frac{\sum_{m \in M} (\prod_{p_{ij} \in m} p_{ij} (1 - (P_{A_j} + (P_{AC_j} - P'_{AC_j}))))}{\sum_{m \in M} (\prod_{p_{ij} \in m} p_{ij} (1 - (P_{A_j} + P_{AC_j})))},$$

где  $P_{AC_j}$  рассчитывается по формуле (2.1), а  $P'_{AC_j}$  – по формуле (2.2).

Задачей дипломного проектирования является повышение коэффициента прироста показателя эффективности над заданным уровнем:

$$\begin{cases} E_k = \frac{\sum_{m \in M} (\prod_{p_{ij} \in m} p_{ij} (1 - (P_{A_j} + (P_{AC_j} - P'_{AC_j}))))}{\sum_{m \in M} (\prod_{p_{ij} \in m} p_{ij} (1 - (P_{A_j} + P_{AC_j})))} > E_{lim} \\ E_{lim} > 1 \end{cases}$$

## Глава 3

# ОРГАНИЗАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 3.1 Введение

Процесс разработки сложного ПО предполагает необходимость координации значительного количества весьма разноплановых работ, в которых принимают участие специалисты различного профиля и квалификации. Необходимость обеспечения эффективности разработки требует формирования единого плана, предусматривающего окончание всего комплекса работ и отдельных его составляющих в заданные сроки и при лимитированных издержках.

Анализ предстоящей разработки целесообразно проводить, представляя работу в виде экономико-функциональных блоков, что позволяет спланировать деятельность оптимальным образом и обоснованно спрогнозировать конкретные сроки выполнения отдельных этапов работы. Построение диаграммы Ганта позволяет наглядно представить последовательные и параллельные участки, продолжительность и очерёдность работ.

### 3.2 Расчёт трудоёмкости проекта

Общие затраты труда на разработку и ПО определим следующим образом:

$$Q_p = \sum_i T_i, \quad (3.1)$$

где  $T_i$  – затраты труда на выполнение  $i$ -го этапа проекта.

Используя метод экспертных оценок, вычислим ожидаемую продолжительность работ  $T$  каждого этапа по формуле:

$$T = \frac{3 \cdot T_{MIN} + 2 \cdot T_{MAX}}{5}, \quad (3.2)$$

где  $T_{MAX}$  и  $T_{MIN}$  – максимальная и минимальная продолжительность работы. Они назначаются в соответствии с экспертными оценками, а ожидаемая продолжительность работы рассчитывается как математическое ожидание для  $\beta$ -распределения.

Полный перечень работ с разделением их по этапам приведён в таблице 3.1.

$$Q_P = Q_{ОЖ} = 77(\text{чел/дней}) = 616(\text{чел/час}).$$

Таблица 3.1: Распределение работ по этапам

№	Этап	№ работы	Содержание работы	$T_{MIN}$ , чел / часы	$T_{MAX}$ , чел / часы	$T$ , чел / часы	$T$ , чел / дни
1	Разработка технических требований	1	Получение задания, анализ полученных требований к разрабатываемому ПО	8	8	8	1
		2	Разработка и утверждение ТЗ	24	24	24	3
		3	Анализ предметной обла- сти и существующих реше- ний	24	44	32	4
		4	Анализ потоков данных в процессе электронного до- кументооборота	72	92	80	10
2	Разработка алгоритмов	5	Разработка общей структу- ры ПО и пользовательского интерфейса	24	44	32	4
		6	Разработка алгоритмов, структуры входных и выходных данных	64	84	72	9
3	Разработка программных модулей	7	Реализация пользователь- ского интерфейса	32	52	40	5
		8	Программная реализация модулей защищенной обра- ботки, передачи и хранения информации	72	92	80	10
4	Тестирование и отладка разрабатыва- емого ПО	9	Тестирование ПО	64	84	72	9
		10	Внесение изменений в ПО	32	52	40	5
5	Разработка документа- ции	11	Разработка программ- ной и эксплуатационной документации	64	84	72	9
Итого $Q_P$ :				616			77

### 3.2.1 Определение численности исполнителей

Для оценки возможности выполнения проекта имеющимся в распоряжении разработчи-  
ка штатным составом исполнителей нужно рассчитать их среднее количество, которое при  
реализации проекта разработки и внедрения ПО определяется соотношением:

$$N = \frac{Q_P}{F}, \quad (3.3)$$

где  $Q_P$  – затраты труда на выполнение проекта (разработка и внедрение ПО), а  $F$  – фонд рабочего времени, который определяется по формуле:

$$F_M = T \cdot \frac{t_P \cdot (D_K - D_B - D_{\Pi})}{12}, \quad (3.4)$$

где  $T$  – время выполнения проекта в месяцах,  $t_P$  – продолжительность рабочего дня,  $D_K$  – общее число дней в году,  $D_B$  – число выходных дней в году,  $D_{\Pi}$  – число праздничных дней в году.

Таким образом, фонд времени в текущем месяце 2014 года составляет

$$F_M = \frac{8 \cdot (365 - 104 - 14)}{12} = 165 \text{ часов/мес.} \quad (3.5)$$

Время выполнения проекта  $T = 3,5$  (месяца).

Величина фонда рабочего времени составляет:

$$F = T \cdot F_M = 577,5 \text{ ч.} \quad (3.6)$$

Затраты труда на выполнения проекта были рассчитаны в предыдущем разделе, их величина равна 616 чел/час. В соответствии с этими данными и выражением (3.3), среднее количество исполнителей равно:

$$N = \frac{616}{577,5} = 1,07. \quad (3.7)$$

Округляя до большего, получим число исполнителей проекта  $N = 2$ .

### 3.2.2 Построение сетевого графика

Для определения временных затрат и трудоемкости разработки ПО используем метод сетевого планирования. Метод сетевого планирования позволяет установить единой схемой связь между всеми работами в виде наглядного и удобного для восприятия изображения (сетевого графика), представляющего собой информационно-динамическую модель, позволяющую определить продолжительность и трудоёмкость, как отдельных этапов, так и всего комплекса работ в целом.

Составление сетевой модели включает в себя оценку степени детализации комплекса работ и определения логической связи между отдельными работами. С этой целью составляется перечень всех основных событий и работ. В перечне указываются кодовые номера событий, наименования событий в последовательности от исходного к завершающему, кодовые номера работ, перечень всех работ, причём подряд указываются все работы, которые начинаются после наступления данного события.

Основные события и работы проекта представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2: Основные события и работы проекта

$N_i$	Наименование события	Код работы	Работа	$t$ , чел / час	$t$ , чел / день
0	Разработка ПО начата	0-1	Получение задания, анализ полученных требований к разрабатываемому ПО	8	1
1	Анализ полученных требований к разрабатываемому ПО проведен	1-2	Разработка и утверждение ТЗ	24	3
2	ТЗ разработано и утверждено	2-3	Анализ предметной области и существующих решений	32	4
3	Анализ предметной области и существующих решений проведен	3-4	Анализ потоков данных в процессе электронного документооборота	80	10
4	Анализ потоков данных в процессе электронного документооборота проведен	4-5	Разработка общей структуры ПО и пользовательского интерфейса	32	4
5	Разработка общей структуры ПО и пользовательского интерфейса завершена	5-6	Разработка алгоритмов, структуры входных и выходных данных	72	9
6	Разработка алгоритмов, структуры входных и выходных данных завершена	6-7	Реализация пользовательского интерфейса	40	5
		6-8	Программная реализация модулей защищенной обработки, передачи и хранения информации	80	10
7	Реализация пользовательского интерфейса завершена	7-8	Фиктивная работа	0	0
8	Программная реализация модулей защищенной обработки, передачи и хранения информации завершена	8-9	Тестирование ПО	64	8
		8-10	Разработка документации	80	10
9	Тестирование ПО завершено	9-11	Внесение изменений в ПО	40	5
10	Документация разработана	1-12	Фиктивная работа	0	0
продолжение следует					

(продолжение)					
$N_i$	Наименование события	Код работы	Работа	$t$ , чел / час	$t$ , чел / день
11	Внесение изменений в ПО закончено	11-12	Фиктивная работа	0	0
12	Разработка ПО закончена	—	—	—	—

Рассчитанные оставшиеся параметры элементов сети (сроки наступления событий, резервы времени событий, полный и свободный резервы времени работ) приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3: Временные затраты на каждый этап работы

$N_i$	Код работы $i - j$	$t_{i-j}$ , чел / день	$T_i^P$ , чел / день	$T_i^\Pi$ , чел / день	$R_i$ , чел / день	$R_{i-j}^\Pi$ , чел / день	$R_{i-j}^C$ , чел / день
0	0-1	1	0	0	0	0	0
1	1-2	3	1	1	0	0	0
2	2-3	4	4	4	0	0	0
3	3-4	10	8	8	0	0	0
4	4-5	4	18	18	0	0	0
5	5-6	9	22	22	0	0	0
6	6-7	5	31	31	0	5	0
	6-8	10				0	0
7	7-8	0	36	41	5	0	0
8	8-9	8	41	41	0	0	0
	8-10	10				3	0
9	9-11	5	49	49	0	0	0
10	10-12	0	51	54	3	0	0
11	11-12	0	54	54	0	0	0
12	-	-	54	54	0	0	0

Здесь **ранний срок совершения события**  $T_j^P$  определяет минимальное время, необходимое для выполнения всех работ, предшествующих данному событию и равен продолжительности наибольшего из путей, ведущих от исходного события к рассматриваемому:

$$T_j^P = \max\{T_i^P + t_{i-j}\}. \quad (3.8)$$

**Поздний срок совершения события**  $T_i^\Pi$  – это максимально допустимое время наступления данного события, при котором сохраняется возможность соблюдения ранних сроков наступления последующих событий. Поздние сроки равны разности между поздним сроком совершения  $j$ -го события и продолжительностью работы  $i - j$ :

$$T_i^\Pi = \min\{T_j^\Pi - t_{i-j}\}. \quad (3.9)$$

**Критический путь** – это максимальный путь от исходного события до завершения проекта. Его определение позволяет обратить внимание на перечень событий, совокупность которых имеет нулевой резерв времени.

Все события в сети, не принадлежащие критическому пути, имеют **резерв времени**  $R_i$ , показывающий, на какой предельный срок можно задержать наступление этого события, не увеличивая сроки окончания работ:

$$R_i = T_i^{\Pi} - T_i^P. \quad (3.10)$$

**Полный резерв времени работы**  $R_{i-j}^{\Pi}$  и **свободный резерв времени**  $R_{i-j}^C$  работы можно определить, используя следующие соотношения:

$$R_{i-j}^{\Pi} = T_j^{\Pi} - T_i^P - t_{i-j}. \quad (3.11)$$

$$R_{i-j}^C = T_j^P - T_i^P - t_{i-j}. \quad (3.12)$$

Полный резерв работы показывает максимальное время, на которое можно увеличить длительность работы или отсрочить ее начало, чтобы не нарушился срок завершения проекта в целом. Свободный резерв работы показывает максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность работы или отсрочить ее начало, не меняя ранних сроков начала последующих работ.

Сетевой график приведён на рис. ??.

### 3.2.3 Диаграмма Ганта

Для иллюстрации последовательности проводимых работ приведем диаграмму Ганта данного проекта, на которой по оси  $X$  изображены календарные дни от начала до конца проекта, а по оси  $Y$  – выполняемые этапы работ. Диаграмма Ганта приведена на рисунке ??. Занятость исполнителей приведена в таблице 3.4.

Таблица 3.4: Временные затраты на каждый этап работы

Код работы	Дата начала	Дата окончания	Исполнитель
0-1	05.02.2014	05.02.2014	Ведущий программист
1-2	06.02.2014	10.02.2014	Ведущий программист
2-3	11.02.2014	14.02.2014	Ведущий программист
3-4	17.02.2014	28.02.2014	Ведущий программист
4-5	03.03.2014	06.03.2014	Ведущий программист
5-6	07.03.2014	20.03.2014	Ведущий программист
6-7	21.03.2014	27.03.2014	Программист
6-8	21.03.2014	03.04.2014	Ведущий программист
8-9	04.04.2014	15.04.2014	Программист
8-10	04.04.2014	17.04.2014	Ведущий программист
9-11	18.04.2014	24.04.2014	Ведущий программист



# Литература

1. ГОСТ Р 51141-98 «Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения».
2. Федеральный закон от 27.07.2006 №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации».
3. Д.В. Быков. диссертация кандидата технических наук на тему «Исследование процессов передачи и обработки информации в конфиденциальном хранилище электронных документов» // Волгоград. 2009.
4. Г. Башарин В. Анализ очередей в вычислительных сетях. М.: Наука, 1989. С. 334.
5. Г. Башарин В. Модели Информационно–вычислительных систем. М.: Наука, 1993. С. 69.
6. П. Башарин Г. Модели информационно–вычислительных систем: Сборник научных трудов. М.: Наука, 1994. С. 78.
7. В.М. Вишневский. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. М.: Техносфера, 2003. С. 512.