

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 24

Выполнил:
Карташов В.Е.

Руководитель:
Гудков О.В.

Москва
2014

Содержание

1	ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ	4
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
2	КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	17
2.1	Математическая постановка задачи	17
3	ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	19
3.1	Введение	19
3.2	Расчёт трудоёмкости проекта	19
3.3	Определение численности исполнителей	20
3.4	Построение сетевого графика	21
	Литература	24

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

СЭД	– система электронного документооборота
СКЗИ	– средства криптографической защиты информации
ЭП	– электронная подпись
ПО	– 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 содержанием в контексте отрасли.

- Корпоративные

Общекорпоративные системы.

- Системы управления содержанием

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.

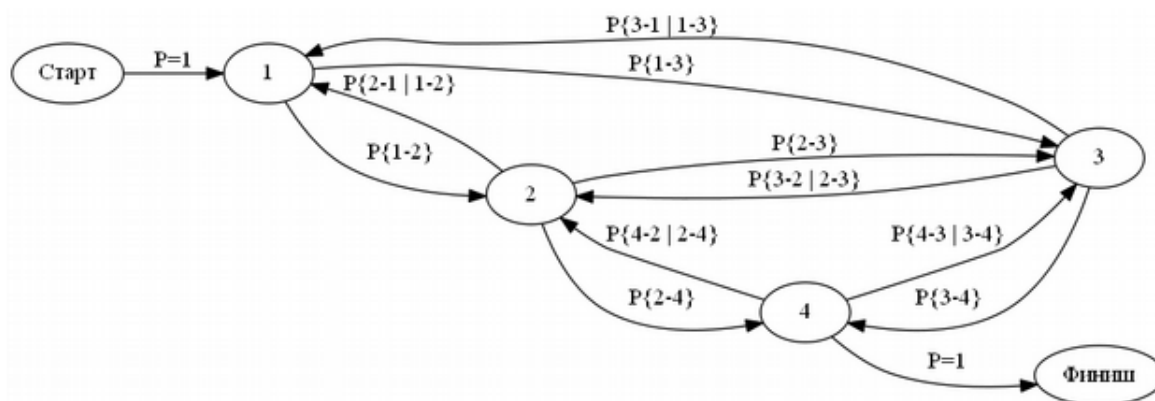


Рисунок 1.1: Характерный вид процесса документооборота

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.

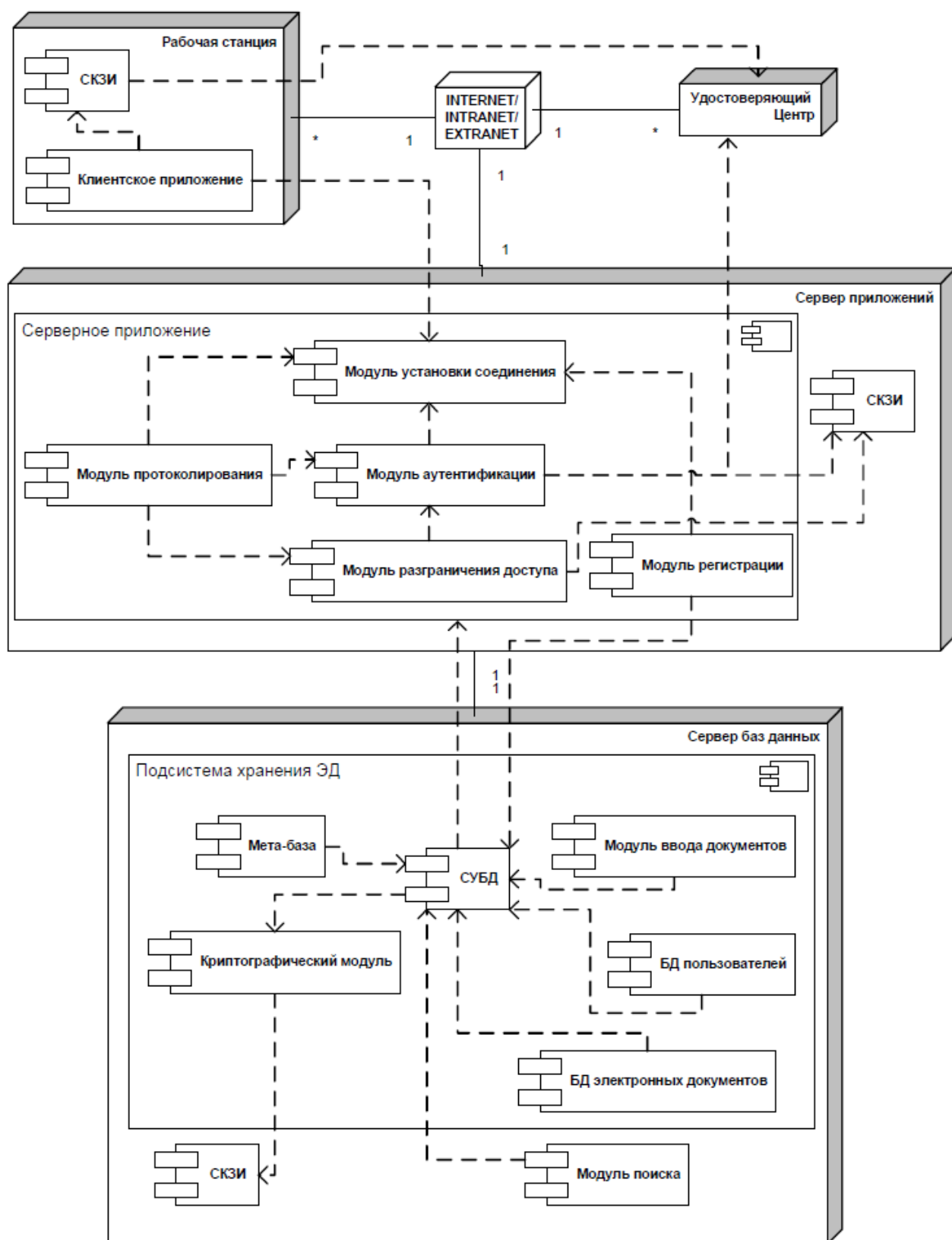


Рисунок 1.2: Структура КХЭД

- 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 Δ – обозначение закона распределения вероятностей для интервалов поступления заявок, Θ – обозначение закона распределения вероятностей для времени, Ξ – число каналов обслуживания, Ω – число мест в очереди.

Обозначение законов распределения в позициях Δ и Θ 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 Ξ 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).

Сеть массового обслуживания (СеМО) – совокупность конечного числа обслуживающих узлов, в которой циркулируют заявки, переходящие в соответствии с маршрутной матрицей из одного узла в другой. Узел всегда является разомкнутой СМО, т.е. имеющей входящий и исходящий поток сообщений (заявок).

В соответствии с теорией массового обслуживания, можно классифицировать КХЭД как разомкнутую экспоненциальную сеть массового обслуживания. [3] Для таких СеМО равновесное совместное распределение количества заявок в центрах обслуживания представляется в виде произведения маргинальных распределений:

$$P(n_1, n_2, \dots, n_k) = \prod_{i=1}^R P_i(n_i), \quad (1.1)$$

где $P_i(n_i)$ – стационарная вероятность того, что в i -м центре, рассматриваемом изолированно, находится n_i сообщений, R – количество центров массового обслуживания в сети.

Для определения потоков, циркулирующих в стационарном режиме в сети МО, вводятся коэффициенты передачи e_i , такие, что $\lambda(N)e_i$ представляет собой общую интенсивность потока сообщений в i -й центр сети ($i = \overline{1, R}$), $\lambda(N)$ – интенсивность входящего в СеМО потока сообщений:

$$\lambda_i(N) = \lambda(N)e_i, i = \overline{1, R}.$$

В открытых СеМО интенсивность λ_i складывается из интенсивности поступления сообщений в i -й центр из источника и интенсивности поступления из других центров:

$$e_i = P_{oi} + \sum_{j=1}^R P_{ij}e_j, i = \overline{1, R}. \quad (1.2)$$

В случае замкнутых сетей исключается поток от внешнего источника. Для отыскания однозначного решения системы уравнений (1.2) достаточно произвольно задать значение e_i , например, положить $e_i = 1$. В этом случае величину e_i можно интерпретировать как среднее число посещений центра i между двумя последовательными посещениями первого центра.

На рис. 1.3 представлена формализованная схема КХЭД в виде СеМО.

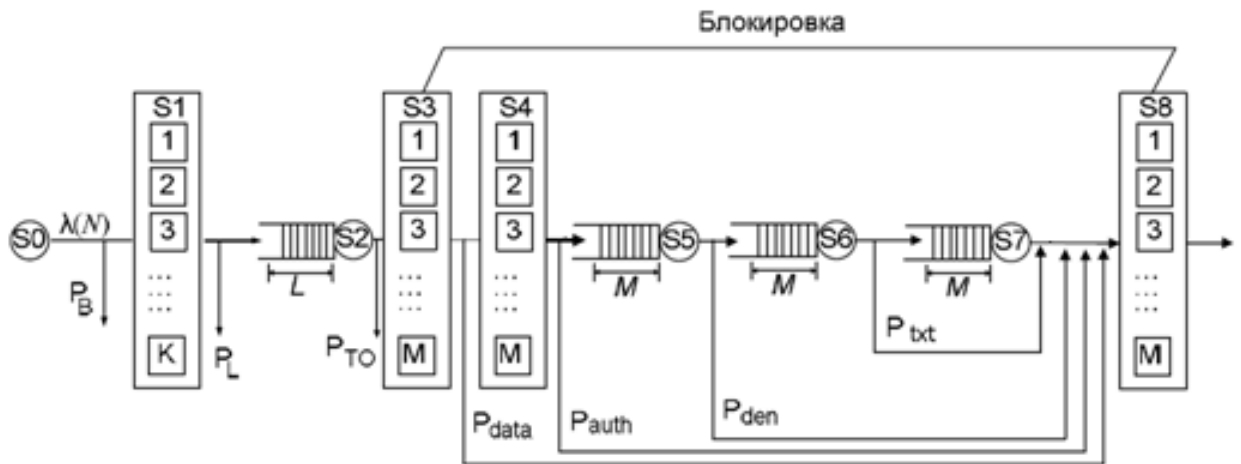


Рисунок 1.3: Открытая сеть массового обслуживания, формализующая работу КХЭД

$S0$ – центр, формализующий входной поток сообщений пользователей.

$S1$ – 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.

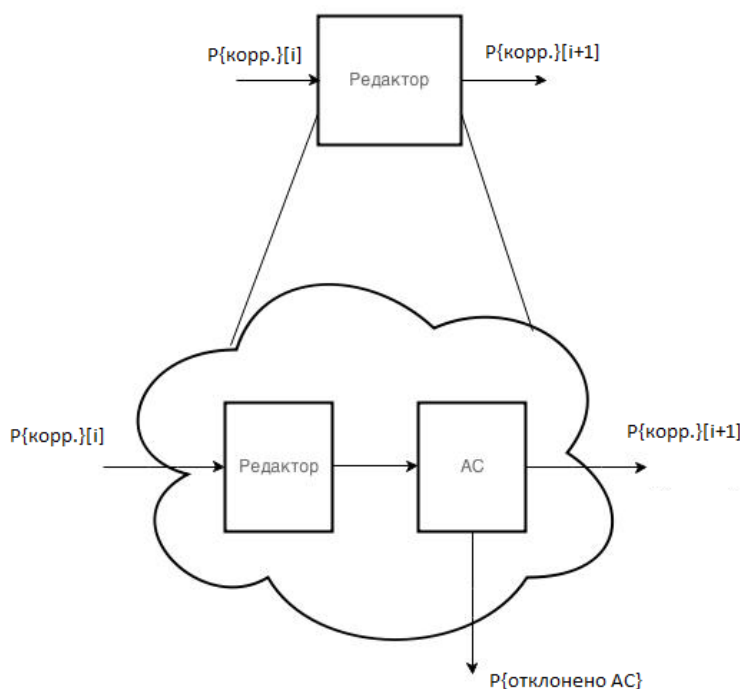


Рисунок 1.4: Схема узла СЭД с применением АС для обработки данных

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:

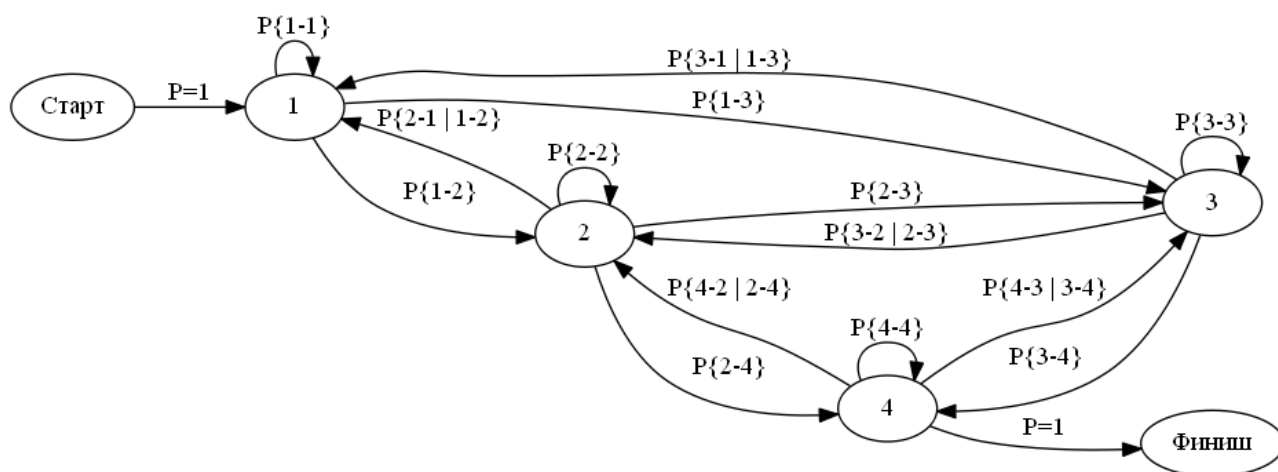


Рисунок 1.5: Документооборот с применением СЭД

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 β -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 разра- батываемого ПО	9	Тестирование ПО	64	84	72	9
		10	Внесение изменений в ПО	32	52	40	5
5	Разработка документации	11	Разработка программ- ной и эксплуатационной документации	64	84	72	9
Итого Q_P :				616			77

3.3 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_{Π} – 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 $N = 2$.

3.4 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
продолжение следует					

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

(продолжение)					
N_i	Наименование события	Код работы	Работа	t , чел / час	t , чел / день
12	Разработка ПО закончена	—	—	—	—

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

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.