

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

ГОРБАЧЁВ В.А., ОСТРОВЕРХАЯ Н.Н.

Рассматривается актуальная проблема оптимизации документооборота в сложных административных системах. В качестве решения предлагается применить систему электронного документооборота, что, как показывают результаты моделирования, позволяет добиться значительного уменьшения времени ожидания обработки документов и улучшения прочих характеристик системы.

Введение

Основу любой административной системы (АС) составляют документы, регулирующие ее функционирование. На некотором этапе развития документооборот в бумажном виде становится громоздким и утрачивает способность эффективно управлять процессами, происходящими в АС. Потенциальные ошибки в заполнении документов, необходимость вносить одни и те же данные многократно, большое время доступа к хранимым данным предопределили появление систем электронного документооборота (СЭД). СЭД получили широкое распространение благодаря снижению затрат на хранение и обработку данных, ускорению поиска документов и повышению безопасности документооборота [1]. Такие программные продукты, как KnowledgeTree [2], SharePoint (Microsoft) [3], Documentum (EMC) [4], DocuShare (Xerox) [5], активно внедряются в крупнейших мировых компаниях.

Анализ информационной системы высшего учебного заведения проведен ранее [6]. В результате разработана модель электронной системы документооборота, где среди стандартных возможностей унаследованы от существующих СЭД организация совместной работы над данными, механизмы эффективного поиска, управление правами доступа пользователей, возможность расширения системы при добавлении новых структурных единиц, современные средства защиты данных. В проектируемой СЭД кроме типовых функций предусматривается реализация прикладных алгоритмов формирования и обработки таких документов, как учебное расписание, преподавательская нагрузка, учебный план и пр.

Целью исследования является минимизация времени, затрачиваемого на обработку документов в сложных административных системах, и повышение надежности процессов документооборота, в особенности при большом количестве документов.

1. Выбор метода моделирования объекта исследования

Достижение поставленной цели требует решения следующих задач: проведение сравнительного анализа эффективности существующего в настоящее время документооборота в университете и прогнозируемой эффективности СЭД, а также количественная оценка параметров СЭД при помощи средств имитационного моделирования.

Объекты и процессы проектируемой системы являются сложными. Для планирования эксперимента следует применить системный подход, включающий многокритериальность и многофакторность, с соответствующими методами описания и проведения исследований. Особенности исследуемой системы определяют выбор способа моделирования. В большинстве случаев моделирование подобных сложных распределенных систем проводится с использованием экспериментально-статистических методов. Один из таких методов использован при моделировании системы документооборота университета.

Применение математического аппарата систем массового обслуживания (СМО), марковских процессов, теории вероятностей, а также дифференциальных и алгебраических уравнений приводит к получению математических моделей для решения широкого круга задач, посвященных исследованию компьютерных систем. Тем не менее, математическим моделям присущи значительные недостатки [7], среди которых следует отметить невозможность представить процесс одновременного обслуживания заявок несколькими устройствами, сложность аналитического описания вычислительных процессов и, как следствие, значительные упрощения ради получения хотя бы приближенного решения задачи. К примеру, потоки заявок должны быть представлены как простейшие, а закон распределения длительностей обслуживания заявок предполагается экспоненциальным. Подобные недостатки при исследовании реальных информационных систем (ИС) ставят под сомнение результаты аналитического моделирования.

При решении задач, связанных с оценкой различных вариантов организации процессов в системах, поиском оптимальной конфигурации оборудования при переменном потоке заданий, наиболее эффективными оказались программные имитационные модели [7]. Удобными для этих целей являются специализированные языки имитационного моделирования, представляющие широкий набор средств описания объектов моделирования и средств проведения экспериментов. Однако средства имитационного моделирования не рекомендуется применять на начальных этапах анализа [8], поскольку описание модели математическим аппаратом СМО необходимо для правильного представления имитационной модели системы, зависящей от переходов из состояния в состояние. Поэтому аналитический метод моделирования предлагается дополнить имитационным.

Эксперимент проведен на предложенной в [6] модели системы документооборота. Для разработки модели СЭД применена среда имитационного моделирования общего назначения GPSS World [9]. Эта система широко используется для построения дискретных имитационных моделей и проведения экспериментов с ними. Для решения поставленной задачи система располагает средствами моделирования поведения стохастических систем.

Задача имитационного моделирования СЭД уникальна и стандартные тестовые входные данные для модели отсутствуют. Для проведения эксперимента использованы входные данные, полученные измерением временных и количественных параметров процесса обработки документов для кафедры ЭВМ ХНУРЭ. За период документооборота в университете принят один семестр. Единицами измерения модельного времени взяты минуты. Продолжительность запуска модели определяется из моделируемой длительности семестра. Для имитации случайных величин использованы средства GPSS.

2. Применение теории массового обслуживания для моделирования СЭД

Представим систему документооборота университета в виде СМО (рис. 1), в которой документы направляются по установленным маршрутам и обрабатываются, попадая в обслуживающие узлы системы.

На рис. 1 приведены основные компоненты СМО. На кафедры и в деканаты для рассмотрения, заполнения и утверждения поступают входные потоки документов, характеризуемые интенсивностями $\lambda_{1i} \div \lambda_{Mi}, \lambda_{Di}$

Каждая интенсивность соответствует одному из типов документов, поступающих в систему. Все документы разделены на три группы, в зависимости от маршрута обработки. Заявки на документы первой группы поступают в деканат, в деканате выдается требуемый документ, и на этом обработка документа заканчивается. К первому типу принадлежат зачетные книжки студентов, студенческие билеты, журналы групп, экзаменационные ведомости и пр.

Документы второго типа сначала рассматриваются на кафедре, передаются в деканат, а после этого завершаются планово-финансовым отделом, бухгалтерией,

проректорами, ректором и другими административными службами. К документам второго типа принадлежат приказы (например, о приеме студентов на специальность, о составе группы студентов, о переводе студентов на следующий курс, об отчислении студентов), расчет учебной нагрузки преподавателей, учебный план специальности, контракты преподавателей. Как частный случай, у некоторых типов документов этой группы отсутствует этап рассмотрения на кафедре. К ним принадлежат смета и студенческие справки.

Перечисленные выше документы управляют процессом обучения студентов. Кафедры в составе университета выполняют не только образовательную функцию, но также проводят исследования в своих областях науки, обновляя дисциплины, читаемые на кафедрах. К третьему типу принадлежат документы, регулирующие научно-исследовательскую деятельность кафедр и проведение конференций. Эти документы подписываются заведующим кафедрой и ректором (административными службами).

Так как потоки документов идентичны для всех деканатов университета, то достаточно описать процесс обработки документов в одном деканате. Свойства обслуженного в нем потока документов-заявок ($\lambda_{обсi}$) распространяются на потоки заявок всех деканатов. Определенные типы документов утверждаются ректором ($\lambda_{обс}$). Конфигурация СМО состоит из обслуживающих приборов разного уровня (Σ_{ji} – кафедры, Σ_{Di} – деканаты, Σ_A – администрация университета) и регистраторов очередей ($Q_{1i} \div Q_{Ni}, Q_{Di}, Q_A$) для учета заявок, ожидающих обслуживания. Для простоты выбрана беспriorитетная дисциплина обслуживания, D_2 . Все очереди приняты беспriorитетными и неограниченными по количеству мест и по времени ожидания, поведение очередей описывается дисциплиной ожидания D_1 .

3. Оценка результатов моделирования

На рис. 2 приведены результаты моделирования в виде гистограммы, показывающей распределение частот попадания каждого из значений времени пребывания документов в системе документооборота университета по заданным на оси абсцисс интервалам.

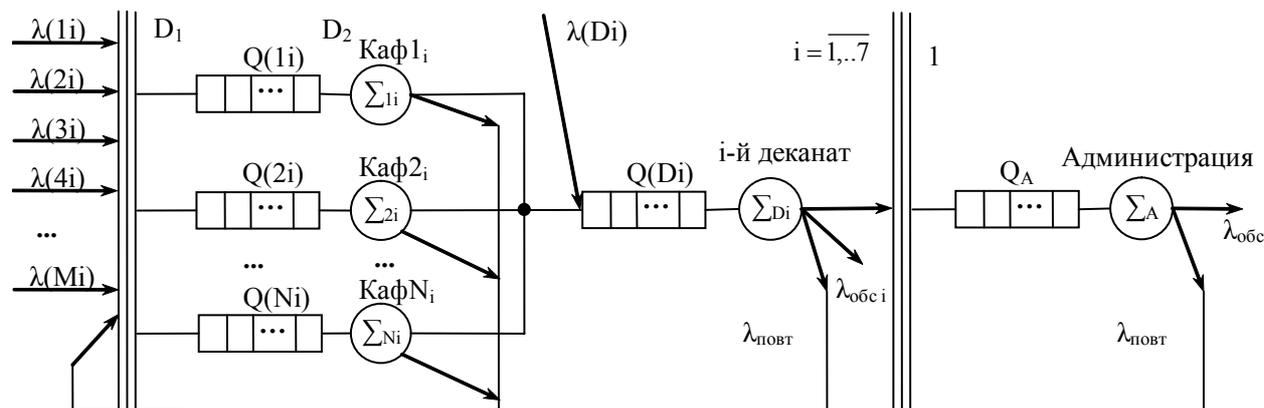


Рис. 1. Модель системы документооборота университета в виде СМО

Из рис. 2 и 3 видно, что в СЭД документы обрабатываются в среднем в 2,6 раза быстрее. Распределение на рис. 2 показывает, что продолжительность обработки документа в настоящее время может достигать 4 дней, тогда как наибольшее время обработки документа с помощью СЭД составит всего 8 часов.

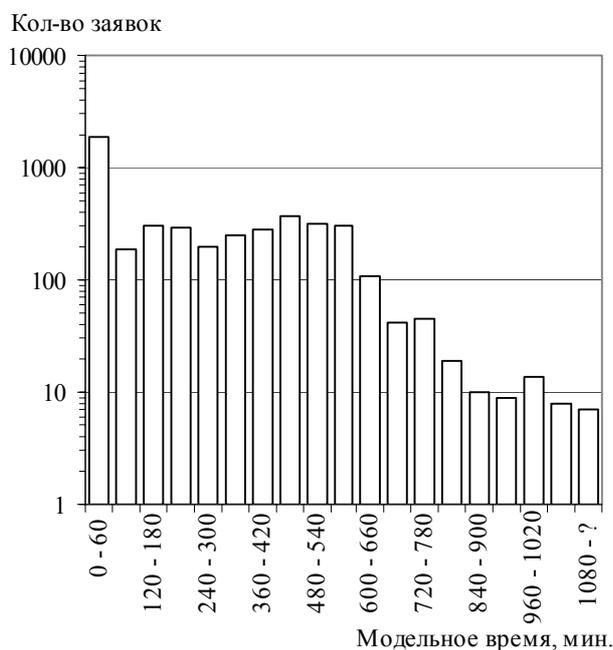


Рис. 2. Гистограмма распределения времени обработки документов без СЭД

Гистограмма прогнозируемого распределения времени обработки документа в СЭД университета приведена на рис. 3.

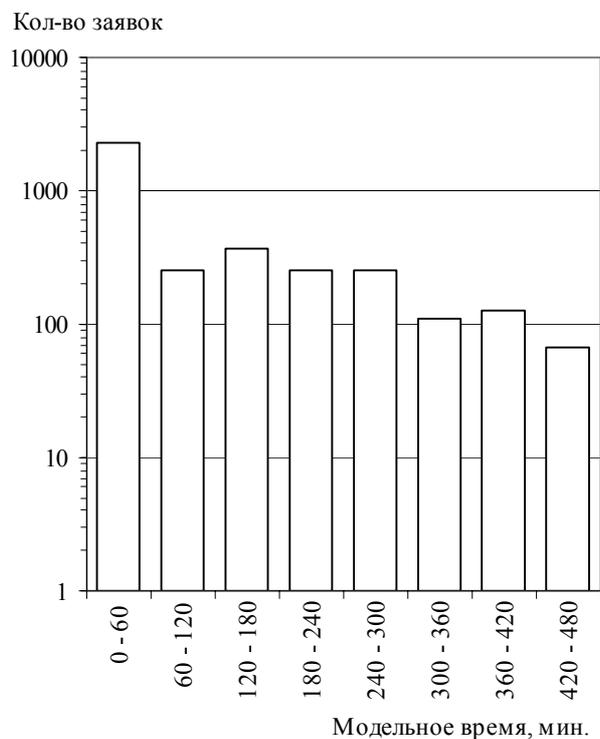


Рис. 3. Гистограмма распределения времени обработки документов в СЭД

Принимая во внимание одинаковое время моделирования для обеих рассматриваемых систем и равные параметры интенсивностей входных потоков заявок, можно заметить, что модель документооборота без СЭД должна обработать большее количество заявок. Такой результат свидетельствует о необходимости повторно обслуживать заявки, поступившие с ошибочными данными. Электронный документооборот избавлен от этого недостатка благодаря контролю входных данных. Средства контроля СЭД позволят проводить своевременную коррекцию вводимых данных во избежание безрезультатных попыток обработки документов, которые содержат ошибки и не могут быть введены в действие. Вероятность потери документа при обработке во втором случае также будет равна нулю.

В таблице приведены показатели эффективности для обеих СМО. Первый столбец значений описывает систему документооборота в университете, существующую в настоящее время. Второй столбец значений содержит прогнозируемые параметры для СЭД.

Значения показателей эффективности сравниваемых СМО

Показатели эффективности	СМО без СЭД	СМО СЭД
$P_{\text{обсл}}$	1	1
$P_{\text{отк}}$	0	0
$\bar{t}_{\text{ож}}, \text{ мин}$	174,72	81,3
$t_{\text{ож макс}}, \text{ мин}$	1057,28	195,42
$\bar{t}_{\text{сист}}, \text{ мин}$	243,3	94,77
$t_{\text{сист макс}}, \text{ мин}$	1080,51	455,58
$\bar{\gamma}$	12,39	3,74
$\gamma_{\text{макс}}$	246	168
$\bar{u}, \%$	10,5	5,2

Анализ данных, полученных в результате эксперимента, показал, что использование СЭД позволяет достичь значительного уменьшения времени, затрачиваемого на обработку документов в административной системе. В первую очередь качественные изменения в функционировании документооборота будут ощутимы для пользователя, занимающегося поиском некоторого документа. Такую операцию выполняет любой участник образовательного и научно-исследовательского процесса в университете.

Основное достоинство СЭД состоит в устранении потерь рабочего времени на передачу документа от одного подразделения к другому. Безусловно, на скорость обработки документа влияет загруженность другими задачами сотрудника, который занимается этим документом. В моделях не учитывается состав и организация рабочего времени сотрудников подразделений университета. Однако с учетом взаимодействия процессов обработки документов каждый слу-

жащий будет способен более результативно использовать своё рабочее время, предоставив функции контроля, транспорта, хранения и поиска документов СЭД. В университете ежедневно обрабатываются сотни документов. Таким образом, внедрение СЭД позволит повысить эффективность работы подразделений университета по обеспечению процесса обучения.

Выводы

Показаны широкие возможности применения компьютерных систем для решения задач управления сложными административными системами, в частности переход на электронный документооборот. Сравнительный анализ параметров эффективности модели документооборота в университете и модели, в которой предусмотрено использование СЭД, показывает преимущества СЭД – уменьшение затрат времени на обработку документов и повышение надежности документооборота при обработке большого количества документов.

Из преимуществ существующих СЭД необходимо отметить такие функции, как управление маршрутами документов, разграничение прав доступа к данным, создание отчетов различных типов и представлений документов, контроль выполнения приказов, а также эффективный поиск документов.

Научная новизна исследования заключается в разработке имитационной модели для проектирования и анализа эффективности СЭД.

Практическая значимость исследования состоит в использовании СЭД для целей повышения эффективности управления административными системами.

Литература: **1.** *What is Electronic Document Management?* www.bestpricecomputers.co.uk/reviews/advice/electronic-document-management.htm **2.** *KnowledgeTree*. Open Source Document Management Software, 2008, www.knowledgetree.com **3.** *Microsoft Office SharePoint Server*, www.microsoft.com/Sharepoint **4.** *Documentum Platform*, www.emc.com/products/documentumplatform/platformarchitecture.htm **5.** *Document Management: Xerox DocuShare*, docushare.xerox.com **6.** *Анализ документооборота в административных распределенных системах/ Горбачев В.А., Островерхая Н.Н.*// Радиоэлектроника и информатика. 2007. №4. **7.** *Горбачев В.А.* Технологии моделирования систем: Учебное пособие. Харьков: «Компания СМІТ», 2005. 180 с. **8.** *William Stallings*, *Queuing Analysis*, WilliamStallings.com/StudentSupport.html. 2000 **9.** *GPSS World Student Version 4.3.2*, Tutorial, www.minutemansoftware.com

Поступила в редколлегию 20.11.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Кривуля Г.Ф.

Горбачёв Валерий Александрович, канд. техн. наук, профессор каф. ЭВМ ХНУРЭ. Научные интересы: моделирование и проектирование систем. Увлечения и хобби: музыка, волейбол, автомобили. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 8 (057) 702-14-27.

Островерхая Наталья Николаевна, методист в.к. ЦОСИЯ ХНУРЭ. Научные интересы: моделирование систем. Увлечения и хобби: английский язык. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 8 (057) 702-14-27.