

На правах рукописи

Аль-Азази Нибрас Али Мохаммед

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АЛГОРИТМЫ АНАЛИЗА
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ
КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

Специальность 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ

Специальность 05.13.15 – Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Москва – 2011

Работа выполнена на кафедре автоматизированных систем обработки информации и управления в Московском государственном университете экономики, статистики и информатики (МЭСИ).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор

Пятибратов Александр Петрович

Московский государственный университет экономики, статистики и информатики

Научный консультант: член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор

Мешалкин Валерий Павлович

Международный институт логистики ресурсосбережения и технологической инноватики РХТУ им. Д.И. Менделеева

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор

Быков Евгений Давидович

Международный институт логистики ресурсосбережения и технологической инноватики РХТУ им. Д.И. Менделеева

доктор технических наук, доцент

Оцоков Шамиль Алиевич

Национальный исследовательский университет
Московский энергетический институт

Ведущая организация: Московский государственный университет тонких химических технологий им. М. В. Ломоносова

Защита состоится «27» декабря 2011г. в 13:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.204.10 при РХТУ им. Д.И. Менделеева по адресу: 125047, Москва, Миусская пл., д.9, конференц-зал (ауд. 443)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-библиотечном центре РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Автореферат разослан «25» ноября 2011г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.204.10

д.э.н., профессор

З.В. Вдовенко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Разнообразные информационные ресурсы и корпоративные информационные системы (КИС) являются необходимым условием эффективной деятельности различных социально-экономических и промышленных систем. Степень доступности и уровень использования КИС становятся одними из определяющих факторов устойчивого экономического развития страны и ее перехода к информационному обществу.

В настоящее время в России, как и во всех индустриально развитых странах мира, продолжает увеличиваться количество организаций, использующих в своей деятельности различные виды КИС – глобальные, региональные, корпоративные и локальные. При использовании КИС возникает необходимость периодически оценивать эффективность функционирования КИС с целью определения степени их соответствия своему назначению. Для этой цели необходим специальный методико-алгоритмический аппарат (МАО) как инструментарий, который может использоваться не только для оценки эффективности функционирования КИС, но и для разработки рекомендаций по их совершенствованию на основе применения новой техники и технологий (НТТ). Такой МАО должен включать: концептуальные и методические основы оценки эффективности, прежде всего, процессов обслуживания пользователей КИС; систему показателей и алгоритмы определения значений количественных оценок эффективности КИС; математические модели, алгоритмы и специальные комплексы программ оценки эффективности процессов функционирования КИС.

Глубина и полнота исследования эффективности процессов обслуживания пользователей КИС зависят от системы специальных количественных оценок различных параметров, при формировании которой необходимо учитывать два обстоятельства. С одной стороны, чем больше набор параметров (характеристик) КИС, влияющих на ее показатели эффективности (ПЭ) используют при исследовании эффективности, тем больше полнота и глубина исследования и тем в большей мере полученные значения ПЭ отражают степень соответствия КИС своему назначению и ее экономическую результативность, но тем сложнее само исследование.

С другой стороны, при очень большом числе параметров оценки эффективности функционирования КИС, желая все же быстро получить практические результаты или несколько упростить решение, нередко приходится принимать различного рода допущения и ограничения.

Для исследования и оценки эффективности выбрана корпоративная информационная система организации по следующим причинам:

- корпорация, в интересах которой функционирует КИС, имеет больше возможностей по реализации методов, средств и технологий, направленных на повышение качества обслуживания запросов пользователей КИС, по сравнению с возможностями предприятий-владельцев локальных вычислительных сетей (ЛВС);

- КИС включает в себя ряд взаимосвязанных ЛВС, поэтому результаты исследования в равной степени могут быть использованы и для отдельных ЛВС;

- при функционировании КИС больше причин некачественного обслуживания запросов пользователей, так как существуют некоторые причины в снижении эффективности территориальных сетей связи, которые используются в КИС для передачи информации.

В настоящее время МАО, включающий математические модели, алгоритмы и комплексы программ оценки эффективности процессов обслуживания пользователей КИС, необходимость

которого вполне очевидно, находится в состоянии становления и развития, что определяет актуальность настоящей диссертационной работы. Создание такого МАА позволяет количественно исследовать эффективность КИС с использованием математических моделей и вычислительных экспериментов, а не на основе только лишь обобщения более или менее богатого практического опыта пользователей КИС, что может привести не только к неоптимальным, но даже к нерациональным решениям.

Целью диссертационного исследования является разработка методико-алгоритмического аппарата, включающего логико-вычислительные модели и алгоритмы комплексной оценки эффективности процессов обслуживания пользователей корпоративных информационных систем, что позволяет разрабатывать научно обоснованные рекомендации по совершенствованию функционирования КИС.

В соответствии с указанной целью в работе поставлены и решены следующие основные взаимосвязанные задачи:

- 1) разработка методических основ оценки эффективности процессов функционирования КИС как сложных человеко-машинных систем;
- 2) формирование системы показателей (интегральных и частных, абсолютных и относительных, детерминированных и вероятностных) комплексной оценки эффективности функционирования КИС, пригодных для проведения как апостериорных, так и априорных исследований;
- 3) разработка блочной логико-вычислительной модели процессов обслуживания пользователей КИС для определения показателей эффективности КИС и их зависимости от основных параметров;
- 4) разработка алгоритмов расчета значений этих показателей эффективности процессов обслуживания пользователей КИС;
- 5) разработка типовых функциональных модулей (ТФМ), программно реализующих в блочной логико-вычислительной модели процессов функционирования КИС индивидуальные алгоритмы расчета каждого показателя эффективности функционирования;
- 6) определение направлений, средств и технологий совершенствования эффективности эксплуатируемой КИС;
- 7) адаптация разработанных логико-вычислительной модели и алгоритмов оценки эффективности функционирования конкретного объекта экспериментального исследования - КИС управления учебным процессом в университете;
- 8) разработка научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию эффективности функционирования КИС университета.

Объект диссертационного исследования: корпоративные информационные системы как сложные человеко-машинные системы.

Предмет исследования: процессы обслуживания пользователей КИС.

Методы исследования и источники информации. При выполнении работы использованы труды отечественных и зарубежных ученых (Назаров С.В., Пятибратов А. П., Липатников В. А., Иванова Т. И., Нанс Б., Таненбаум Э., Хоникатт Дж., Шатт С., Шиндер Д. Л., Олифер В. Г., Столлинг В. и др.), научные обзоры в области математического моделирования и алгоритмизации режимов функционирования различных человеко-машинных систем, в том числе сложных компьютерных сетей и телекоммуникационных систем; общегосударственные и отраслевые

методические материалы, регламентирующие механизм исследования эффективности сложных человеко-машинных систем и использования новых технологий для совершенствования КИС.

Научная новизна. В диссертации поставлена и решена актуальная научно-практическая задача разработки блочной логико-вычислительной модели и алгоритмов оценки эффективности и совершенствования процессов обслуживания пользователей корпоративных информационных систем как сложных человеко-машинных систем.

Автором лично получены следующие новые научные результаты:

- сформулирована инженерно-технологическая постановка задачи оценки эффективности процессов обслуживания пользователей КИС. Классифицированы требования к математической постановке задачи оценки эффективности обслуживания пользователей КИС как сложных человеко-машинных систем;
- предложена система показателей комплексной оценки целевой и экономической эффективности КИС, включающая интегральные и частные, абсолютные и относительные, детерминированные и вероятностные показатели эффективности, что дает возможность в большей мере отражать как степень соответствия КИС их информационно-прикладному назначению, так и определить их экономическую эффективность;
- разработана блочная логико-вычислительная модель процессов обслуживания пользователей КИС на основе использования обобщенного структурного метода моделирования, отличающаяся универсальностью и возможностью учета с приемлемой точностью характеристик трудовой деятельности человека-оператора, что позволяет определить различные показатели эффективности функционирования КИС;
- разработаны алгоритмы расчета системы показателей эффективности КИС и типовые функциональные модули (ТФМ), входящие в структуру логико-вычислительной модели, программно реализующие алгоритмы расчета показателей эффективности функционирования КИС;
- блочная логико-вычислительная модель и алгоритмы расчета показателей эффективности процессов обслуживания пользователей КИС программно реализованы с использованием инструментального комплекса программ MathCad PLUS;
- обоснована эффективность разработанной блочной логико-вычислительной модели процессов функционирования КИС для выявления узких мест в функционировании системы; предложены научно обоснованные рекомендации по совершенствованию процессов функционирования КИС;
- проведена адаптация разработанных алгоритмов и блочной логико-вычислительной модели оценки эффективности функционирования объекта экспериментального исследования - КИС управления учебным процессом в университете;
- разработаны рекомендации по совершенствованию процессов функционирования КИС управления учебным процессом в университете.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы различными организациями и предприятиями, в которых функционируют разнообразные КИС; для периодического анализа и оценки эффективности функционирования КИС; для разработки научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию функционирования КИС путем использования новых программно-аппаратных средств и новых ИКТ.

Апробация результатов исследования. Основные научные выводы и положения диссертационного исследования прошли апробацию в виде публикаций в сборниках научных трудов научно-технологического центра развития учебного процесса (НТЦ РУП) Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МЭСИ) и в журнале «Открытое образование»; по мере получения научных результатов они докладывались на семинарах НТЦ РУП.

Основные результаты исследования получены в МЭСИ и в Смоленском филиале НИУ-МЭИ.

Обоснованность и достоверность научных результатов и выводов диссертационной работе подтверждается корректным использованием методологии системного анализа человеко-машинных систем и современного математического аппарата, а также итогами проведенных вычислительных экспериментов при исследовании эффективности КИС университета.

Публикации

По материалам диссертационного исследования опубликовано 6 научных работ общим объемом 2,5 п.л.

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и библиографического списка литературы из 57 наименований. Диссертация содержит 135 стр. машинописного текста, 14 рисунков и 4 таблицы.

Оглавление диссертации

Введение

Глава 1. Методические основы оценки эффективности процессов обслуживания пользователей корпоративных информационных систем

1.1. Общая постановка задачи исследования эффективности обслуживания пользователей корпоративных информационных систем (КИС)

1.2. Факторы качества процессов обслуживания пользователей КИС

1.3. Концептуальные положения оценки эффективности обслуживания пользователей КИС

1.4. Методика оценки эффективности процессов обслуживания пользователей и совершенствования процессов функционирования КИС с использованием средств новой техники и технологий

1.5. Выводы

Глава 2. Разработка системы и алгоритмов расчета показателей эффективности процессов обслуживания пользователей корпоративных информационных систем

2.1. Формирование системы комплексных показателей оценки целевой и экономической эффективности функционирования КИС

2.2. Алгоритмы расчета показателей целевой эффективности функционирования КИС

2.3. Алгоритмы расчета показателей целевой эффективности функционирования системы обеспечения информационной безопасности КИС

2.4. Алгоритмы расчета показателей экономической эффективности функционирования системы обеспечения информационной безопасности КИС университета

2.5. Постановка задачи и алгоритмы расчета частных показателей эффективности процессов обслуживания пользователей КИС

2.6. Выводы

Глава 3. Разработка блочной логико-вычислительной модели процессов обслуживания пользователей корпоративных информационных систем

3.1. Цель и задачи математического моделирования процессов обслуживания запросов пользователей КИС

3.2. Требования к блочной логико-вычислительной модели процессов обслуживания пользователей КИС

3.3. Обобщенная структура блочной логико-вычислительной модели процессов функционирования КИС

3.4. Характеристика типовых функциональных модулей расчета эффективности обслуживания пользователей КИС

3.5. Типовые функциональные модули расчета временных показателей эффективности процессов обслуживания пользователей КИС

3.6. Выводы

Глава 4. Вычислительный эксперимент по анализу эффективности функционирования системы обеспечения информационной безопасности (СОИБ) корпоративной информационной системы

4.1. Системный анализ стратегии и средства защиты информации в исследуемой КИС университета

4.2. Характеристика СОИБ как объекта исследования

4.3. Задачи экспериментального исследования эффективности СОИБ

4.4. Исходные данные для исследования эффективности функционирования СОИБ КИС на основе адаптация разработанной математической модели и алгоритмов

4.5. Практические результаты вычислительного эксперимента по анализу эффективности СОИБ

4.6 Выводы

Основные результаты исследования

Литература

Содержание работы

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы исследования; формулируются цель и задачи исследования; излагаются научная новизна и практическая значимость результатов работы.

В первой главе "Методические основы оценки эффективности процессов обслуживания пользователей корпоративных информационных систем" изложены концептуальные положения оценки эффективности процессов обслуживания пользователей КИС как сложных человеко-машинных систем.

Методика оценки эффективности функционирования КИС основана на следующих концептуальных предпосылках:

1. КИС принадлежит к классу сложных человеко-машинных систем (ЧМС). Это относится и к отдельным функциональным частям системы: абонентским системам, сетям передачи данных и др. Следовательно, при исследовании эффективности функционирования КИС независимо от принадлежности к тому или иному типу ЧМС, необходимо учитывать параметры и

характеристики всех трех компонентов системы: человека (обслуживающего персонала сети и пользователей), ЭВМ (программно-аппаратных средств сети) и производственной системы.

2. Оценка эффективности функционирования КИС должна осуществляться всесторонне. В связи с этим эффективность целесообразно рассматривать как интегральный показатель качества функционирования КИС, определяющий как степень соответствия КИС своему назначению (целевая эффективность), так и экономическую целесообразность (экономическая эффективность).

3. Эффективность КИС должна оцениваться с учетом влияния на процессы функционирования системы всех групп факторов и свойств, определяющих эффективность функционирования КИС как человеко-машинной системы:

а) общесистемные свойства: готовность, надежность, живучесть, ремонтпригодность и индивидуальные свойства (структура системы, функциональные возможности системы в целом ее эргатических и неэргатических элементов);

б) свойства привлекаемых ресурсов: количество ресурсов каждого типа; качество привлекаемых ресурсов;

в) условия функционирования системы: неуправляемые (природные условия, воздействие источников помех, интенсивность неуправляемых потоков запросов пользователей и др. и управляемые (организация процессов функционирования, реализуемые способы доступа к передающей телекоммуникационной среде и управления обменом данных и др.).

4. При комплексном исследовании эффективности функционирования КИС должна предусматриваться обязательная оценка эффективности применения новой техники (новых аппаратных, программных, информационных и телекоммуникационных средств) и технологий для повышения эффективности КИС.

Новая техника и технологии (НТТ), применяемые для совершенствования КИС, могут быть разделены на три группы:

- НТТ-1 – новая техника и технологии, непосредственно участвующие в процессе производства информационных ресурсов, т.е. в процессе удовлетворения запросов пользователей КИС;
- НТТ-2 – новая техника и новые информационные технологии, используемые для управления деятельностью организации, в интересах которой функционирует КИС;
- НТТ-3 – новые средства, входящие в состав эргономического обеспечения КИС и предназначенные для повышения эффективности трудовой деятельности операторов, администраторов и пользователей ЧМС, функционирующих в составе КИС.

5. КИС – это сложная человеко-машинная система, процесс функционирования которой определяется и характеризуется многими показателями и параметрами. В связи с этим проводить оценку эффективности КИС как единого и неделимого целого не всегда целесообразно и нередко трудно осуществимо. Оценка можно проводить отдельно для крупных функциональных подсистем КИС. Полученные дифференциальные оценки используются для формирования интегральных оценок всей КИС.

6. Любая КИС в своем составе имеет важнейший компонент – систему обеспечения информационной безопасности (СОИБ) КИС. Оценка эффективности такой СОИБ целесообразно выполнять автономно, поскольку она довольно специфична, начиная с выбора видов показателей эффективности СОИБ.

7. Оценка эффективности функционирования подсистемы эргономического обеспечения разработки и эксплуатации (СЭОРЭ) КИС или ее функциональных компонентов может осуществляться также автономно ввиду специфичности функционирования СЭОРЭ КИС.

Во второй главе " Разработка системы и алгоритмов расчета показателей эффективности процессов обслуживания пользователей корпоративных информационных систем" описываются предложенные автором система и алгоритмы расчета интегральных и частных показателей целевой и экономической эффективности функционирования КИС.

При оценке эффективности КИС неизбежно приходится сталкиваться с проблемой множественности показателей целевой эффективности (ПЦЭ) и показателей экономической эффективности (ПЭЭ). В работе предлагается система комплексных показателей эффективности КИС, включающая ПЦЭ и ПЭЭ, детерминированные (для апостериорной оценки) и вероятностные (для априорной оценки), абсолютные (для оценки достигнутого уровня эффективности функционирования системы) и относительные (для оценки динамики изменения этого уровня), интегральные (учитывающие все источники и виды эффекта, при использовании КИС, а также все виды затрат, обеспечивающих получение этого эффекта) и частные показатели (для оценки отдельных видов процессов функционирования КИС).

Ввиду ограниченности объема автореферата приведем сущность лишь одного алгоритма определения ПЦЭ – алгоритма определения времени доставки сообщения из центрального офиса организации к удаленному абоненту КИС при наличии между ними виртуального телекоммуникационного канала связи (T_{BK}).

В общем виде

$$T_{BK} = T_{yc} + T_{lc} + T_{c\Sigma} + T_{n\Sigma} + T_{3\Sigma}, \quad (1)$$

где T_{yc} – время на установление логического (виртуального) канала между отправителем и получателем; T_{lc} – максимальное время задержки передаваемого сообщения (кадра, пакета) в локальной сети связи центрального офиса; $T_{c\Sigma}$ – суммарное время распространения сигнала, несущего информацию, в передающей среде между отправителем и получателем; $T_{n\Sigma}$ – суммарное время передачи сообщения фиксированной длины от отправителя к получателю; $T_{3\Sigma}$ – суммарное время задержки передаваемого сообщения в промежуточных узлах связи.

После установления канала может осуществляться обмен информацией в интерактивном режиме с управлением потоком данных, сегментацией и исправлением ошибок.

Следовательно,

$$T_{yc} = 2(T_{c\Sigma} + T_{3\Sigma}) + T_{n3} + T_{nc}, \quad (2)$$

где T_{n3} – время на передачу пакета-запроса от отправителя к получателю без учета времени на распространение сигнала в передающей среде и задержки пакета в промежуточных узлах связи; T_{nc} – время на передачу пакета-сигнала подтверждения адресата к отправителю без учета тех же временных компонентов.

Очевидно, что

$$T_{n3} = \sum_{i=1}^k \frac{E_{n3}}{V_{ni}} \text{ и } T_{nc} = \sum_{i=1}^k \frac{E_{nc}}{V_{ni}}, \quad (3)$$

где $E_{пз}$ и $E_{пс}$ – длина передаваемых соответственно пакета-запроса и пакета-сигнала подтверждения, бит; V_{ni} – пропускная способность i -го участка линии связи между отправителем и получателем, бит/с; K – количество участков этой линии связи, в общем случае отличающихся по пропускной способности.

Для определения величины $T_{лс}$ необходимо знать структуру локальной сети и используемые в ней методы доступа к передающей среде. Если, например, локальная вычислительная сеть (ЛВС) имеет звездообразную структуру и реализуется эстафетная передача маркера по логическому кольцу, когда маркер переходит от одной рабочей станции (РС) сети к другой в порядке возрастания их сетевых номеров, то максимальное время задержки передаваемого кадра в ЛВС будет в случае, когда станция-отправитель имеет минимальный порядковый номер, а станция-получатель – максимальный номер.

Тогда

$$T_{лс,з} = (T_c + T_k + T_{зс}) (N_{рс} - 1), \quad (4)$$

где T_c – время распространения сигнала в передающей среде от одной рабочей станции к другой; T_k – время на передачу кадра от одной РС к другой; $T_{зс}$ – время задержки кадра в одном узле (рабочей станции) сети; $N_{рс}$ – число рабочих станций в сети.

Так как

$$T_c = \frac{S_{рс}}{V_c}; \quad T_k = \frac{E_k}{V_k}, \quad (5)$$

то

$$\check{N}_{\epsilon i, \zeta} = \left(\frac{S_{рс}}{V_c} + \frac{E_\epsilon}{V_\epsilon} + \check{N}_{\zeta i} \right) \cdot (N_{рс} - 1), \quad (6)$$

где $S_{рс}$ – расстояние между двумя РС с соседними сетевыми номерами (с целью упрощения задачи оно принимается одинаковым для любой пары РС); V_c – скорость распространения сигнала в передающей среде рассматриваемой ЛВС;

E_k – длина кадра, бит; V_k – скорость передачи данных в линиях связи между РС сети, бит/с.

Продолжая расшифровку величин в формуле (1), отметим, что

$$T_{с\Sigma} = \sum_{i=1}^k T_{ci} = \sum_{i=1}^k \frac{S_i}{V_{ci}}; \quad (7)$$

$$T_{n\Sigma} = \sum_{i=1}^k T_{ni} = \sum_{i=1}^k \frac{E_c}{V_{ni}}; \quad (8)$$

$$T_{з\Sigma} = \sum_{i=1}^k T_{zi}, \quad (9)$$

где T_{ci} – время распространения сигнала в передающей среде i -го участка линии связи между отправителем и получателем; S_i – длина i -го участка линии связи; V_{ci} – скорость распространения сигнала в передающей среде на i -ом участке линии связи; $T_{n\Sigma}$ – суммарное время передачи сообщения заданной длины от отправителя к получателю без учета каких бы то ни было задержек в промежуточных узлах; E_c – длина передаваемого сообщения, бит; T_{zi} – время задержки передаваемого сообщения в i -ом промежуточном узле связи.

При выборе вида оценки экономической эффективности КИС необходимо учитывать как прямой экономический эффект ($\mathcal{E}_{пр}$) в непосредственно стоимостном выражении, так и косвенный ($\mathcal{E}_к$), измеряемый с помощью показателей времен и точности, надежности и других единиц. Перевод $\mathcal{E}_к$ в стоимостное выражение требует разработки специальной методики. В качестве интегральных ПЭЭ рекомендуется использовать: $\mathcal{E}_с$ – суммарный экономический эффект (прямой и косвенный) за определенный период работы КИС; $E_о$ – расчетный коэффициент экономической эффективности затрат на создание и применения КИС или на создание и внедрение НТТ с целью совершенствования уже используемой сети; $T_{ок}$ – срок окупаемости этих затрат.

В работе предложены алгоритмы расчета прямых и косвенных показателей эффективности с учетом различных ситуаций, которые могут возникнуть при создании, внедрении и использовании КИС.

Автором предложены алгоритмы оценки эффективности различных процессов обслуживания пользователей КИС, представляющие собой совокупность логико-вычислительных операций, последовательное выполнение которых приводит к определению значений ПЦЭ и ППЭ, а также по разработке научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию функционирования и программно-аппаратных средств КИС с использованием трех групп средств НТТ.

В третьей главе "Разработка блочной логико-вычислительной модели процессов обслуживания пользователей корпоративных информационных систем" излагается методика построения блочной логико-вычислительной модели процессов обслуживания пользователей КИС с целью определения ПЭ и разработки научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию эффективности КИС с использованием обобщенного структурного метода (ОСМ), который признан наиболее подходящим для исследования ЧМС с учетом характеристик человеко-оператора. Выбору этого метода компьютерного моделирования КИС предшествовала разработка требований к математической модели КИС. Обобщенный структурный метод представляет собой совокупность принципов, методик, алгоритмов и математических моделей для описания и оценки показателей эффективности, качества и надежности процессов функционирования эргатических систем или отдельных их компонентов, применяемых при исследовании и проектировании таких систем. На основе принципов ОСМ можно реализовать все четыре разновидности метода имитационного моделирования КИС.

В общем виде компьютерная модель КИС, основанная на использовании ОСМ, представляет собой логико-вычислительную модель процессов функционирования КИС (рисунок 1). Важное значение при разработке структуры блочной логико-вычислительной модели имеют типовые функциональные модули (ТФМ), каждый из которых программно реализует алгоритм расчета одного из ПЭ.

В диссертации подробно излагается назначение основных блоков логико-вычислительной модели процессов функционирования КИС.

Блок 1. С помощью ЭВМ из банка данных осуществляется выборка видов показателей эффективности КИС – целевых и экономических, интегральных и частных. Состав выбираемых показателей определяется назначением оценки (целевой или экономической), типом источников эффекта от совершенствования процессов обслуживания пользователей КИС или внедрения НТТ, а также тем, какая производится оценка эффективности КИС – априорная или апостериорная.

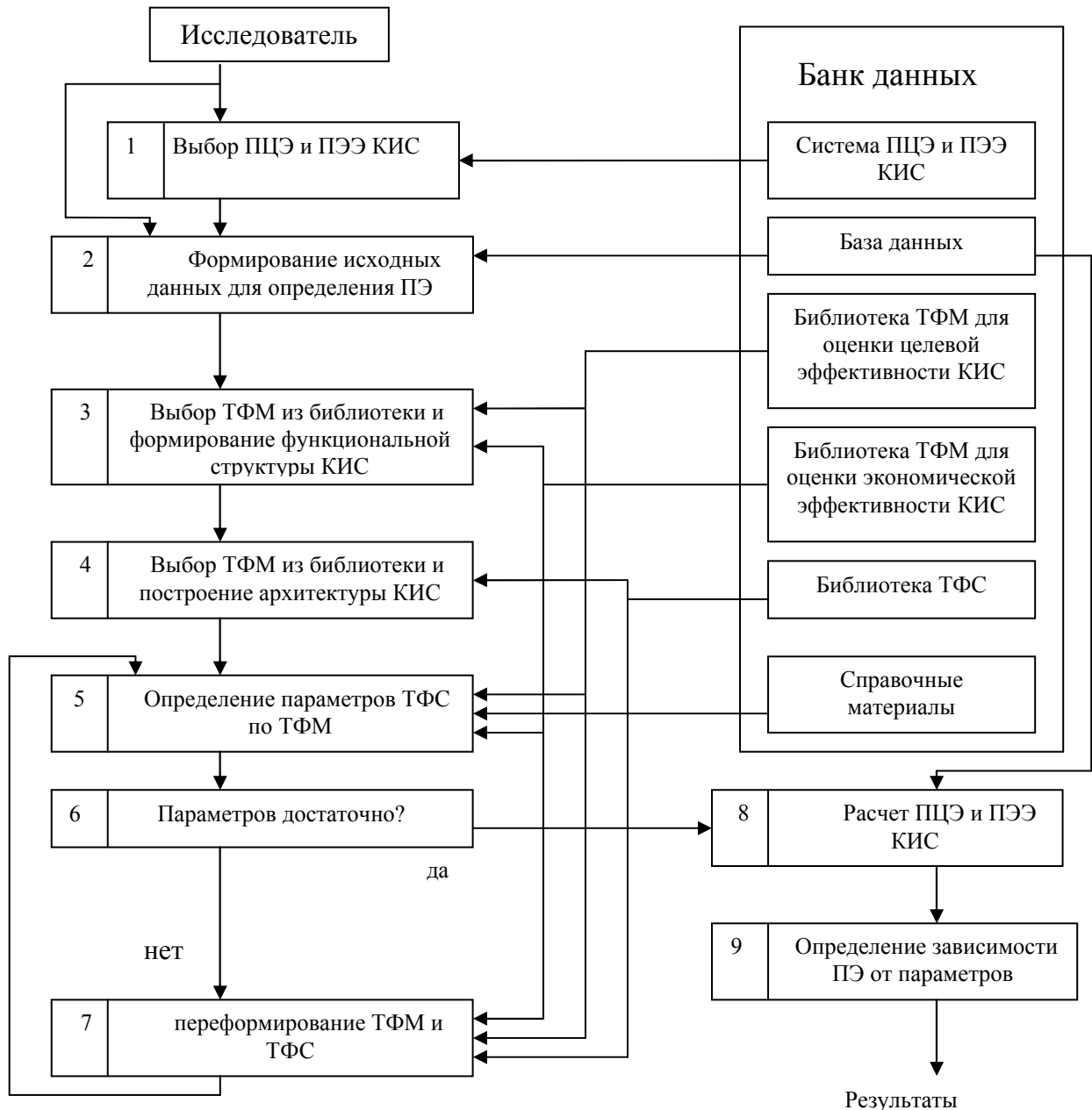


Рисунок 1. Обобщенная структура блочной логико-вычислительной модели процессов функционирования КИС как сложной человеко-машинной системы:

ТФМ – типовые функциональные модули расчета показателей; ТФС – типовые функциональные структуры, описывающие различные архитектуры КИС; ПЦЭ, ПЭЭ – показатели целевой и экономической эффективности соответственно

Блок 2. Из БД, а также от специалистов-исследователей поставляются исходные данные о процедурах выполнения составляющих процесса функционирования исследуемой КИС. Эти данные необходимы для построения функциональных структур КИС (F-структуры) на следующем этапе. В зависимости от характеристики ЧМС и вида оценки эффективности представляются исходные данные об основном процессе целевого функционирования КИС (процессе исполнения),

а при необходимости – о вспомогательных процессах функционирования КИС (процессах планирования и технического обслуживания).

Блок 3. Осуществляется формирование анализируемых процессов функционирования в виде функциональных структур исполнения, планирования и обеспечения. Эта процедура состоит в выборе из библиотек ТФМ для расчета оценок целевой и экономической эффективности (на основании исходных данных о выполняемых функциях и операциях, соответствующих типовым функциональным модулям) и объединении их в F-структуры.

Блок 4. Для каждой из F-структур определяются структурные взаимодействия из элементов в виде типовых функциональных структур, выбираемых из библиотеки ТФС в соответствии с организацией функционирования конкретной анализируемой КИС.

Блок 5. Обеспечивается подготовка исходных количественных значений необходимых характеристик для каждого из элементов архитектуры (S-структуры) по всем ТФМ. Эти значения могут быть получены из справочников, а также путем формирования случайных событий или величин (например, временных или надежности характеристик соответствующих элементов). На этой основе осуществляется расчет необходимых параметров для каждой ТФС по соответствующим им ТФМ. Эти параметры используются для определения (на восьмом этапе) значений показателей целевой и экономической эффективности, выбранных на первом этапе.

Блок 6. Осуществляется проверка достаточности полученных на предыдущем этапе параметров для расчета ПЦЭ и ПЭЭ системы. Если все искомые параметры получены, происходит переход к восьмому этапу, в противном случае – к седьмому этапу.

Блок 7. Осуществляется объединение элементов S-структуры в более укрупненные структуры с целью продолжения расчета параметров на пятом этапе. Для этого по комбинациям ТФМ F-структур, уже обработанным на пятом этапе, в библиотеке ТФС отыскивается эквивалентная типовая функциональная структура (ТФС_э). Для полученной ТФС_э в библиотеках ТФМ отыскиваются эквивалентные типовые функциональные модули ТФМ_э для оценки целевой и экономической эффективности функционирования системы. Таким образом, исходные функциональные структуры «сворачиваются» (упрощаются), и для сформированных ТФС_э повторяются расчеты пятого этапа.

Блок 8. Рассчитываются значения выбранных на первом этапе показателей целевой и экономической эффективности функционирования КИС по алгоритмам, приведенным в Гл. 2.

Блок 9. Устанавливается зависимость показателей эффективности (ПЭ) функционирования КИС от ряда параметров. Для каждого значения параметра при пошаговом его изменении в заданном диапазоне определяется значение показателя эффективности (значения других параметров, от которых зависит ПЭ, остаются при этом неизменными).

Полученные зависимости используются для разработки научно обоснованных рекомендаций по повышению эффективности функционирования КИС.

В четвертой главе "Вычислительный эксперимент по анализу эффективности функционирования системы обеспечения информационной безопасности (СОИБ) корпоративной информационной системы" излагаются методика и результаты эксперимента по исследованию системы обеспечения информационной безопасности (СОИБ) КИС Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МЭСИ). Показано, что функционирование СОИБ существенно влияет на эффективность функционирования всей КИС. Собраны все исходные данные, необходимые для исследования эффективности СОИБ.

Задача экспериментального исследования СОИБ корпоративной информационной системы МЭСИ состоит в следующем:

- продемонстрировать эффективность и работоспособность разработанного в диссертации методико-алгоритмического аппарата анализа оценки эффективности функционирования одной из основных функциональных частей КИС, имея в виду, что этот МАА является составной частью общей методики разработки архитектуры и оптимизации режимов функционирования КИС;

- показать, что с помощью предложенного автором МАА анализа и оценки эффективности функционирования КИС можно разработать научно обоснованные рекомендации по совершенствованию исследуемой КИС университета по повышению эффективности функционирования СОИБ этой сети.

Проведенный системный анализ КИС университета показал, что средства защиты, входящие в состав СОИБ КИС Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МЭСИ), рассредоточены по различным функциональным частям и устройствам сети, поэтому для описания структуры СОИБ необходимо рассмотреть микроструктуру всей КИС (рисунок 2), выделив те ее элементы, которые участвуют в формировании СОИБ.

В КИС МЭСИ предусмотрено три уровня защиты информации: первый уровень, основным средством защиты которого является прокси-сервер с системой Firewall, обеспечивает безопасность от внешних угроз, исходящих из Internet; второй уровень обеспечивает безопасность от внутренних злоумышленников (ими могут быть пользователи ЛВС или сотрудник сети); на третьем уровне обеспечивается безопасность от вредительских программ и информационных вирусов. Для этого используются средства самих операционных систем и ряда прикладных программ в КИС.

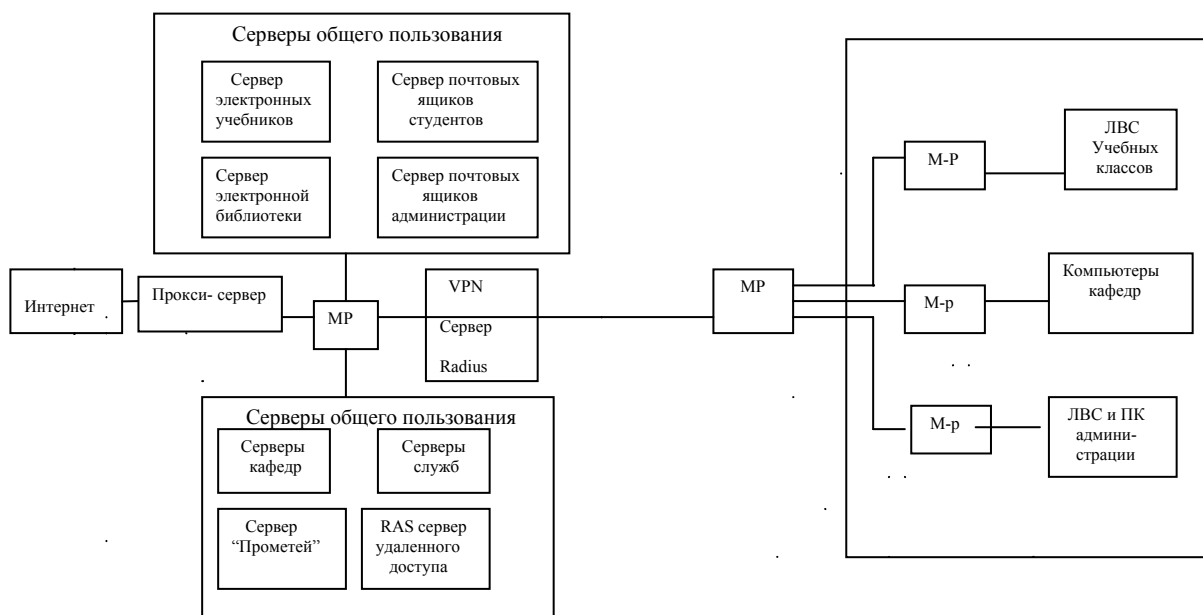


Рисунок 2. Блок-схема макроструктуры КИС университета МЭСИ

RAS – сервер удаленного доступа; MP – маршрутизатор; VPN – виртуальная частная сеть; Radius – сервер выполняющий функции аутентификации; "Прометей" - Сервер дистанционного обучения авторизации и учета

Экспериментальные исследования приведены для определения нескольких основных ПЦЭ функционирования СОИБ университета.

Главным интегральным ПЦЭ, в наибольшей степени определяющим степень соответствия СОИБ своему назначению и используемым при априорной оценке, является вероятность преодоления СОИБ нарушителем $P_{нс}$, которая определяется по формуле:

$$P_{нс} = (1 - P_{пс}) \cdot (1 - P_{пс} \cdot (t \leq T_{цр})), \quad (10)$$

где $P_{пс}$ — вероятность преодоления СОИБ нарушителем, без учета требуемого для этого времени; $P_{пс} \cdot (t \leq T_{цр})$ – вероятность преодоления СОИБ нарушителем за время t , меньшее или равное времени жизненного цикла защищаемого информационного ресурса.

Определение вероятности $P_{нс}$ осуществляется с учетом тех событий, которые существуют в процессе функционирования трехуровневой СОИБ. Число этих событий, их наименование и содержание тесно связаны с этапами работы СОИБ в ходе выполнения своих функций при эксплуатации КИС.

В диссертации приведен перечень этих основных событий:

- событие А – преодоление первого уровня СОИБ нарушителем (его средствами преодоления защиты 1-го уровня СОИБ); событие В – то же применительно ко второму уровню защиты; событие С – то же применительно к 3-му уровню защиты СОИБ.

События А, В, С являются зависимыми: вероятность каждого последующего из них изменяется в зависимости от того, произошли предыдущие события или нет. Более того, каждое последующее событие обязательно зависит от предыдущих событий, без которых оно невозможно.

Учитывая вышеизложенное, для определения интегрального вероятностного ПЦЭ в виде $P_{нс}$ может быть использовано такое соотношение:

$$P_{нс} = P(A) * P(B/A) * P(C/AB), \quad (11)$$

где $P(A)$ – вероятность события А, т.е. преодоления нарушителем 1-го уровня систем защиты; $P(B/A)$ – условная вероятность события В, вычисленная при условии, что событие А имело место; $P(C/AB)$ – условная вероятность события С, вычисленная при условии, что события А и В имели место и т.д.

Все необходимые данные для проведения экспериментальных исследований эффективности СОИБ предоставлены администрацией МЭСИ (это, прежде всего, касается структуры СОИБ и характеристик средств защиты на каждом из трех уровней).

В данном исследовании все расчеты приведены с использованием разработанного автором МАА, включающего логико-вычислительную модель и алгоритмы, которые реализованы с помощью программного обеспечения MathCad PLUS.

Как уже отмечалось, на каждом из трех уровней защиты СОИБ размещаются свои средства защиты, используются методы и технологии обеспечения информационной безопасности КИС. Для разработки научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию функционирования СОИБ необходимо экспериментально установить, какие средства защиты в наибольшей степени влияют на значение показателя $P_{нс}$ – вероятности преодоления нарушителем СОИБ и на каком уровне они размещаются. С этой целью при вычислительном эксперименте определены

зависимости $P_{НС}$ от вероятности непреодоления нарушителем каждого из трех уровней защиты СОИБ.

Расчетная при вычислительном эксперименте зависимость величины $P_{НС}$ от вероятности непреодоления нарушителем 1-го уровня СОИБ при постоянных (средних) значениях $P(B/A)$ и $P(C/AB)$ показана на рисунке 3.

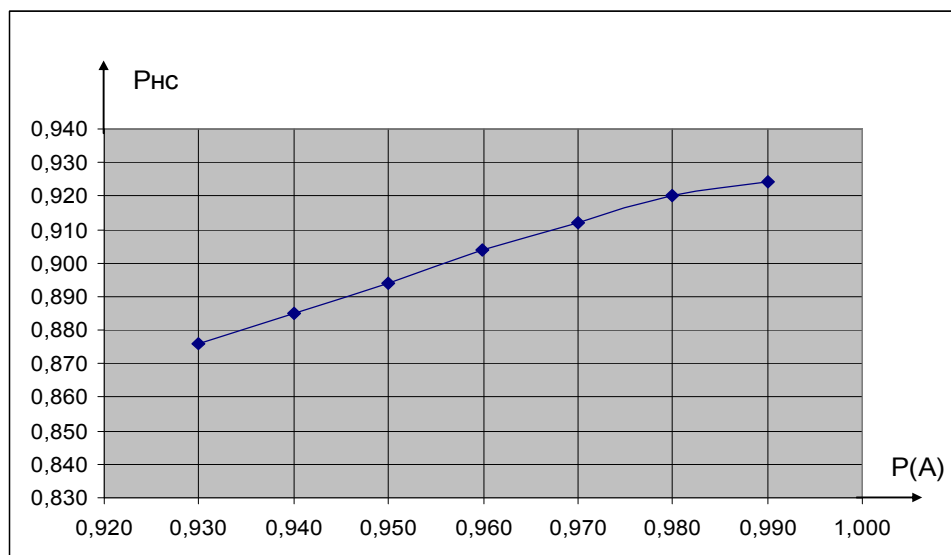


Рисунок 3. Зависимость величины $P_{НС}$ от $P(A)$ при $P(B/A) = \text{const}$ и $P(C/AB) = \text{const}$

Расчетная при вычислительном эксперименте зависимость величины $P_{НС}$ от вероятности непреодоления нарушителем 2-го уровня СОИБ при постоянных (средних) значениях $P(A)$ и $P(C/AB)$ представлена на рисунке 4.

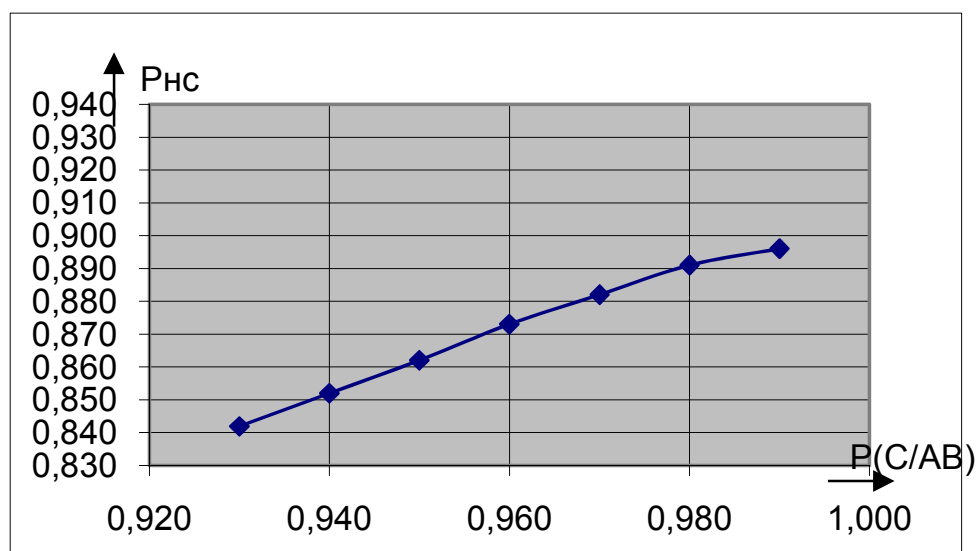


Рисунок 4. Зависимость величины $P_{НС}$ от $P(B/A)$ при $P(A) = \text{const}$ и $P(C/AB) = \text{const}$

Зависимость величины $P_{НС}$ от вероятности непреодоления нарушителем 3-го уровня СОИБ при постоянных (средних) значениях $P(A)$ и $P(B/A)$ показана на рисунке 5.

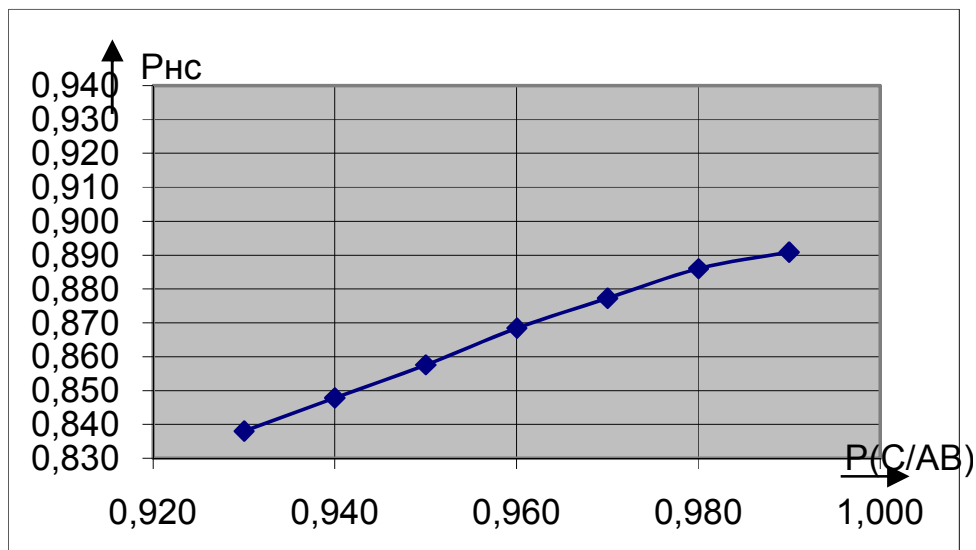


Рисунок 5. Зависимость величины $P_{НС}$ от $P(C/AB)$ при $P(A) = \text{const}$ и $P(B/A) = \text{const}$

Как видно из графиков, при увеличении вероятности преодоления любого из 3-х уровней защиты в СОИБ сверх 0,987 не происходит сколько-нибудь значительного роста величины $P_{НС}$. Отсюда следует, что улучшение показателей $P(A)$, $P(B/A)$ и $P(C/AB)$ путем использования очень дорогих средств защиты на каждом уровне нецелесообразно.

По результатам вычислительного эксперимента по исследованию целевой эффективности СОИБ корпоративной информационной системы университета можно сделать следующие выводы и предложения по совершенствованию функционирования существующей системы защиты КИС.

1. Уровень защиты информации в КИС, принимая во внимание степень закрытости информации в университете, вполне приемлем. Однако для защиты информации в КИС и ПК администрации, где формируются и используются обобщённые данные, характеризующие состояние образовательного процесса университета в целом и перспективы его развития, может понадобиться более высокий уровень защиты. Для этого в этих звеньях КИС должны использоваться более совершенные (хотя и более дорогие) средства обеспечения информационной безопасности.

2. Как и следовало ожидать, интегральный показатель $P_{НС}$ (а следовательно, и коэффициент эффективности функционирования СОИБ) в большей степени зависит от вероятности преодоления нарушителем 1-го уровня защиты КИС. Поэтому при совершенствовании СОИБ (поскольку в этом может возникнуть необходимость) следует прежде всего обратить внимание на средства защиты 1-го уровня СОИБ.

3. Для совершенствования СОИБ можно предложить следующие научно обоснованные мероприятия: использование системы Firewall "пожарная стена" не только в прокси-сервере, но и в других функциональных подсистем КИС, важных для обеспечения информационной безопасности; применение новых средств защиты для серверов общего пользования, например таких, как комплекс антивирусного программного обеспечения; совершенствование средств резервного копирования данных; развитие системы мониторинга и аудита; проведение профилактических и проверочных работ по выявлению текущего состояния средств защиты и своевременному их обновлению.

Основные результаты работы

1. Разработаны концепции и методические основы оценки эффективности различных процессов функционирования КИС, а также применения новой техники и информационно-коммуникационных технологий для совершенствования функционирования КИС как сложных человеко-машинных систем.
2. Предложена система показателей комплексной оценки (целевой и экономической) эффективности и совершенствования КИС с возможностью применения априорных и апостериорных показателей. Система показателей состоит из двух групп, первая из которых предназначена для оценки эффективности функционирования самой КИС, а вторая – для оценки влияния КИС на результаты производственной деятельности организации. Разработаны алгоритмы определения всех видов показателей эффективности функционирования КИС.
3. Разработана система частных показателей оценки эффективности функционирования КИС и универсальные алгоритмы их определения. Использование частных показателей делает оценку эффективности функционирования КИС более полной и дает возможность учесть специфические особенности КИС как сложных человеко-машинных систем.
4. Разработана блочная логико-вычислительная модель анализа эффективности и совершенствования процессов функционирования КИС на основе использования обобщенного структурного метода, отличающаяся универсальностью и возможностью учитывать с приемлемой точностью характеристики трудовой деятельности человека-оператора.
5. Разработаны типовые функциональные модули, программно реализующие алгоритмы расчета значений показателей эффективности функционирования КИС.
6. Проведено экспериментальное исследование эффективности функционирования системы обеспечения информационной безопасности (СОИБ) КИС университета, в ходе которого подтверждена работоспособность предложенного методико-алгоритмического аппарата оценки эффективности функционирования КИС. Результаты вычислительного эксперимента позволили разработать научно обоснованные рекомендации по совершенствованию работы СОИБ корпоративной информационной системы университета.

Основные публикации автора по теме диссертации:

В журнале рекомендованном ВАК

1. Пятибратов А. П., Аль-Азази Нибрас Али. Алгоритмы определения показателей экономической эффективности функционирования системы обеспечения безопасности информационной сети вуза // Открытое образование. – 2010. – № 1. – С. 38-42.

В сборниках научных трудов

2. Аль-Азази Нибрас Али. Факторы, определяющие качество обслуживания запросов пользователей корпоративной компьютерной сети. – М.: Сборник научных трудов НТЦ развития учебного процесса МЭСИ, вып. 4, 2008.

3. Аль-Азази Нибрас Али. Концептуальные положения оценки эффективности обслуживания запросов пользователей корпоративной сети. - М.: Сборник научных трудов НТЦ развития учебного процесса МЭСИ, вып. 5, 2009.
4. Аль-Азази Нибрас Али. Алгоритмы определения показателей целевой эффективности функционирования системы обслуживания запросов пользователей ККС. - М.: Сборник научных трудов НТЦ развития учебного процесса МЭСИ, вып. 5, 2009.
5. Пятибратов А.П., Аль-Азази Нибрас Али. Концептуальные положения и методические основы оценки эффективности обслуживания запросов пользователей корпоративной сети. - М.: Сборник научных трудов НТЦ развития учебного процесса МЭСИ, вып. 6, 2009.
6. Аль-Азази Нибрас Али, Пятибратов А.П. Методика оценки эффективности функционирования системы обслуживания запросов пользователей корпоративной сети или внедрения новой техники и технологии (НТТ) в систему. - М.: Сборник научных трудов НТЦ развития учебного процесса МЭСИ, вып. 6, 2009.
7. Пятибратов А.П., Аль-Азази Нибрас Али. Предотвращение и устранение перегрузок в сети. - М.: Сборник научных трудов НТЦ развития учебного процесса МЭСИ, вып. 3, 2007.

По мнению автора настоящая диссертационная работа представляет собой научно-квалификационную работу, в которой получена совокупность научно обоснованных технических разработок по созданию математических моделей и алгоритмов анализа эффективности процессов обслуживания пользователей корпоративных информационных систем, имеющих важное значение для повышения технико-эксплуатационных характеристик корпоративных информационных систем различных организаций.

-----*****-----

Благодарность

Автор благодарен своему научному руководителю, доктору технических наук, профессору Пятибратову А. П. за внимание и подробные консультации.

Особую признательность и благодарность выражаю своему научному консультанту члену-корреспонденту РАН профессору, д.т.н., Мешалкину В.П., который в критической ситуации для автора оказал своевременные научно-технические и методические консультации, способствовавшие четкой постановке и успешному решению основных задач исследования.

Автор благодарит зав. кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления МЭСИ доц., к.т.н. Микрюкова А. А. и зав. кафедрой Инноватики Института компьютерных технологий МЭСИ доц., к.т.н. Федосеева С.В. за организационную поддержку при выполнении диссертации.

Автор благодарит всех преподавателей кафедры логистики и экономической информатики международного института логистики ресурсосбережения и технологической инноватики РХТУ им. Д.И. Менделеева за доброжелательную поддержку и плодотворные дискуссии по результатам диссертационной работы.