

## ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК УЗЛА ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*А.Б. Падалка, А.И. Якимов, К.В. Захарченков*

В статье представлена имитационная модель функционирования узла локальной вычислительной сети (ЛВС), реализованная в ПТКИ BelSim на основе процессного способа имитации, а также пример применения разработанной модели для рационального выбора параметров оборудования узла при заданных характеристиках запросов.

Ключевые слова: имитационное моделирование, локальная вычислительная сеть

### 1. Введение

Данная работа посвящена моделированию функционирования узла локальной вычислительной сети с исследованием рабочих нагрузок на этот узел. Настоящей проблеме уделяется все большее внимание как при исследовании загруженности существующих локальных сетей с целью их реорганизации, так и при проектировании новых сетей с целью выяснения их эффективности. Сложность связей и динамический характер вычислительных процессов в сетях потребовали разработки специальных методик аналитического моделирования и оценки на математических моделях характеристик вычислительного процесса, включая характеристики надежности функционирования сетей. Применение методик аналитического моделирования сопряжено со многими трудностями. Одной из главных является сложность достижения адекватности моделируемых процессов реальной ситуации в локальной вычислительной сети из-за невозможности отображения конкуренции запросов пользователей сети за ресурсы узла сети, а также трудность представления в аналитическом моделировании отказов и восстановлений компонентов узла сети.[1,2].

К этой проблеме добавляются еще трудности задания исходной информации в условиях, когда идет только проектирование будущей сети ЭВМ. Зачастую проектировщиков интересует динамика взаимодействия компонентов узла ЛВС на довольно высоком уровне детализации. Поэтому разработчики вынуждены прибегать к имитационным методам [1,2].

### 2. Математическая модель

В соответствии с концепцией построения ИМ в программно-технологическом комплексе имитации сложных систем BelSim [3,5], для хранения параметров модели используются глобальные структуры данных (рисунок 1).

В качестве исходных данных для моделирования ИС на уровне корпоративной сети используются характеристики компьютеров, которые хранятся в структуре ТРС (рисунок 1): центрального процессора и оперативного запоминающего устройства (структура TCore), накопителя на жёстком магнитном диске (структура THDD), устройства вывода (структура TOutput) и сетевого адаптера (структура TNet) каждого узла корпоративной сети. В качестве параметров модели задаются также вероятности возникновения запросов определённого типа и переходов между процессами обработки запросов (хранятся в структуре TLVS), а также параметры запросов (структура TQuery) [3,6].

В качестве откликов модели выступает количество выполненных запросов, среднее время обработки запросов на каждом компьютере в корпоративной сети, загруженность

2 А.Б. Падалка, А.И. Якимов, К.В. Захарченков

каждого ресурса каждого компьютера. Для хранения откликов ИМ используется структура TResourceStatistic [6].

Особенности моделирования ИС на уровне корпоративной сети:

1. Моделируются процессы генерации и обработки запросов, соответствующие процессам, возникающим в реальной вычислительной системе;

2. В отличие от подходов, предложенных в [1,2], моделирование осуществляется на основе процессного способа имитации, без использования транзактов и агрегатов;

3. Главным критерием при выборе состава и параметров ИС на уровне функционирования корпоративной сети является скорость выполнения запросов [6].

Имитационная модель функционирования информационной системы на уровне корпоративной сети реализована в программно-технологическом комплексе имитации сложных систем BelSim [3,5] на основе процессного способа [4] имитации и включает классы, реализующие процессы ИМ на основе описанных ниже алгоритмов [6].

В таблице 1 представлены процессы модели с их описанием.

**Таблица 1. Процессы**

Название процесса	Назначение
CGenerateQuery	Процесс генерации запросов
CQueryProcessing	В зависимости от типа сгенерированного запроса генерирует процессы, моделирующие обработку запросов устройствами компьютера: центральным процессором (ЦП) и оперативным запоминающим устройством (ОЗУ), накопителем на жестких магнитных дисках (НЖМД), устройством ввода/вывода, сетевым адаптером
CCoreProcessing	Моделирование обработки запросов в центральном процессоре и оперативной памяти
CHDDProcessing	Моделирование работы жесткого диска
COutputProcessing	Моделирования функционирования устройства ввода/вывода
CNetProcessing	Моделирования работы сетевого адаптера

Запросы могут обрабатываться как на самом ПК, так и посылаться на сервер (см. рисунок 1). Каждый компьютер состоит из нескольких компонентов – центральный процессор, оперативная память, жесткий диск, сетевое устройство и устройство вывода на экран. Все они имеют некоторые параметры, называемые ресурсом. Каждый запрос требует определенное количество всех ресурсов. Все параметры компонентов системы представлены в таблице 2, параметры запросов представлены в таблице 3.

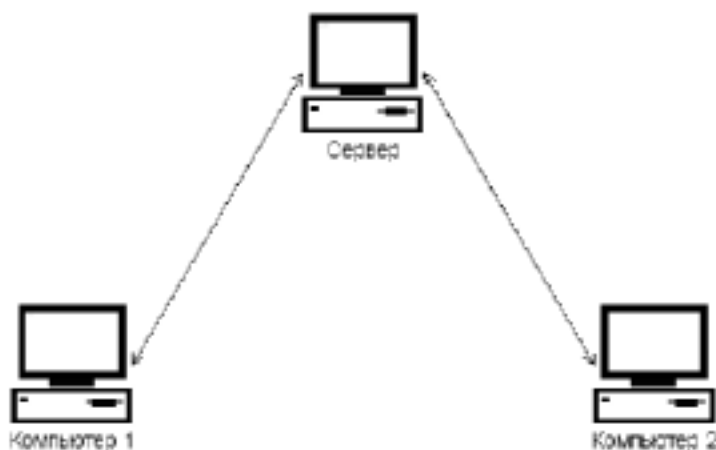


Рис. 1. Схема сети

Для задания исходных данных моделей и проведения экспериментов с построенными моделями используется программное обеспечение ExperimentDesigner и Experimententer,

*ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК УЗЛА ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ  
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ*

входящее в состав ПТКИ BelSim [5]. Результаты экспериментов передаются в пакет STATISTICA.

**Таблица 2. Параметры моделирования**

Наименование параметра	Номер ПК		
	PC1	PC2	PC3
Интервал сбора статистики (секунд)	1		
Количество компьютеров	3		
Номер компьютера	0		
Период времени (секунд)	100		
Скорость передачи (МБ)	10		
CPU: Мощность (операций в секунду)	10000	10000	10000
HDD: Объем (МБ)	160000	80000	80000
HDD: Скорость чтения/записи (МБ/с)	100	100	100
NET: Скорость отправки/приема (МБ/с)	10	10	10
PC: Интенсивность запросов, генерируемых на компьютере	0,2	0,5	0,5
Server: Является сервером *	1	0	0
Вероятность запроса: МВВ	0,3		
Вероятность запроса: МКО	0,2		
Вероятность запроса: МОБ	0,05		
Вероятность запроса: МОД	0,1		
Вероятность запроса: МПЕ	0,15		
Вероятность запроса: МСЧ	0,1		
Вероятность запроса: МУД	0,1		
Вероятность ресурса:** CPU	0,5		
Вероятность ресурса:** HDD	0,2		
Вероятность ресурса:** NET	0,1		
Вероятность ресурса:** OUTPUT	0,2		
ОЗУ: Объем (МБ)	256	256	256
ОЗУ: Скорость чтения/записи (МБ/с)	10000	10000	10000

\* В таблице значение параметра «Server: Является сервером» принимает значение 1, если моделируемый компьютер является сервером, иначе если он является рабочей станцией принимает значение 0.

\*\* Вероятность ресурса характеризует вероятность того, что модулю может потребоваться дополнительные ресурсы.

**Таблица 3. Параметры модулей**

Наименование параметра	CPU	ОЗУ	HDD	OUTPUT	NET
<b>Модуль МВВ</b>					
Потребности модулей в ресурсах: Среднее значение	20000	20	100	2	20
Потребности модулей в ресурсах: Стандартное отклонение	5000	5	10	1	5
Потребности модулей в ресурсах: Тип закона *	0	1	0	0	1
<b>Модуль МКО</b>					
Потребности модулей в ресурсах: Среднее значение	20000	20	100	2	20
Потребности модулей в ресурсах: Стандартное отклонение	5000	5	10	1	5
Потребности модулей в ресурсах: Тип закона *	0	1	0	0	1
<b>Модуль МОБ</b>					
Потребности модулей в ресурсах: Среднее значение	20000	20	100	2	20
Потребности модулей в ресурсах: Стандартное отклонение	5000	5	10	1	5
Потребности модулей в ресурсах: Тип закона *	0	1	0	0	1
<b>Модуль МОД</b>					
Потребности модулей в ресурсах: Среднее значение	20000	20	100	2	20
Потребности модулей в ресурсах: Стандартное отклонение	5000	5	10	1	5
Потребности модулей в ресурсах: Тип закона *	0	1	0	0	1
<b>Модуль МПЕ</b>					
Потребности модулей в ресурсах: Среднее значение	20000	20	100	2	20
Потребности модулей в ресурсах: Стандартное отклонение	5000	5	10	1	5
Потребности модулей в ресурсах: Тип закона *	0	1	0	0	1
<b>Модуль МСЧ</b>					
Потребности модулей в ресурсах: Среднее значение	20000	20	100	2	20
Потребности модулей в ресурсах: Стандартное отклонение	5000	5	10	1	5
Потребности модулей в ресурсах: Тип закона *	0	1	0	0	1
<b>Модуль МУД</b>					
Потребности модулей в ресурсах: Среднее значение	20000	20	100	2	20
Потребности модулей в ресурсах: Стандартное отклонение	5000	5	10	1	5
Потребности модулей в ресурсах: Тип закона *	0	1	0	0	1

\* Тип закона может принимать значения:

0 – равномерный закон распределения;

1 – нормальный закон распределения.

На рисунках 2 –9 представлены результаты исследований ИМ вычислительной сети.

## ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК УЗЛА ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

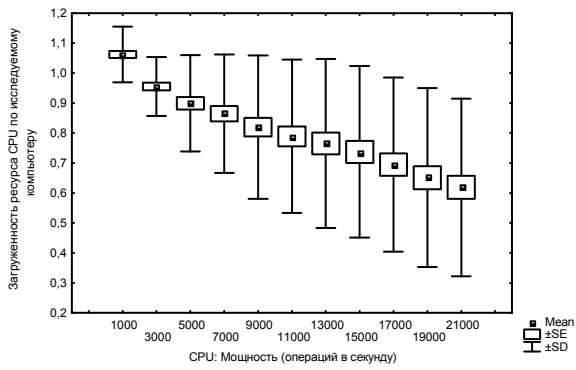


Рис. 2

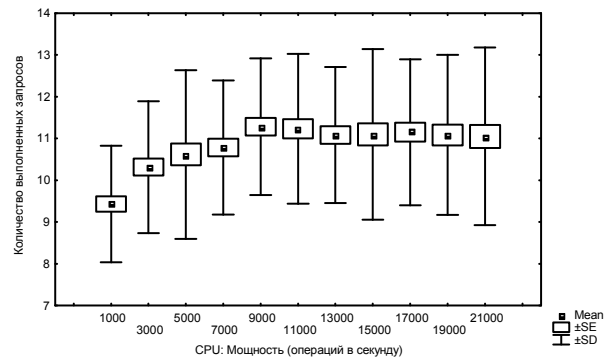


Рис. 3

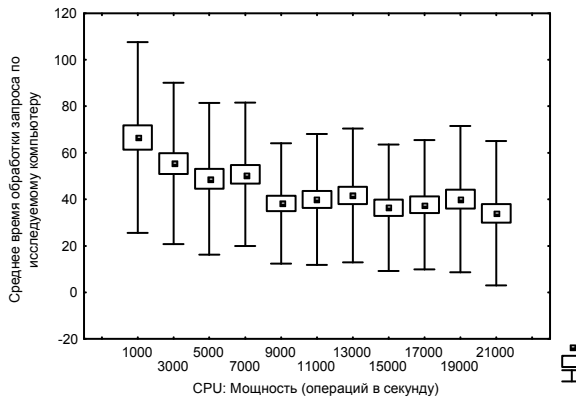


Рис. 4

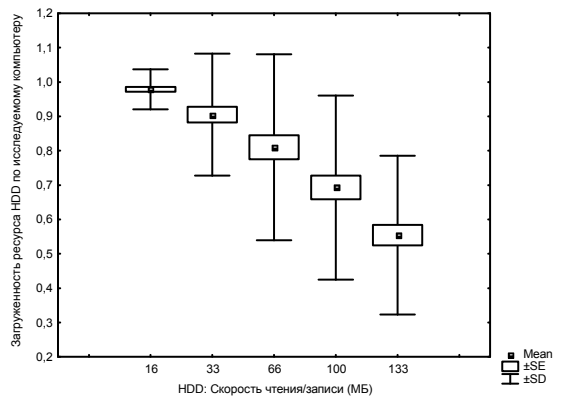


Рис. 5

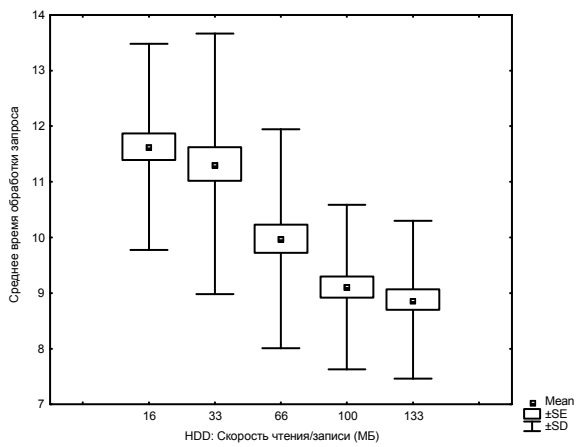


Рис. 6

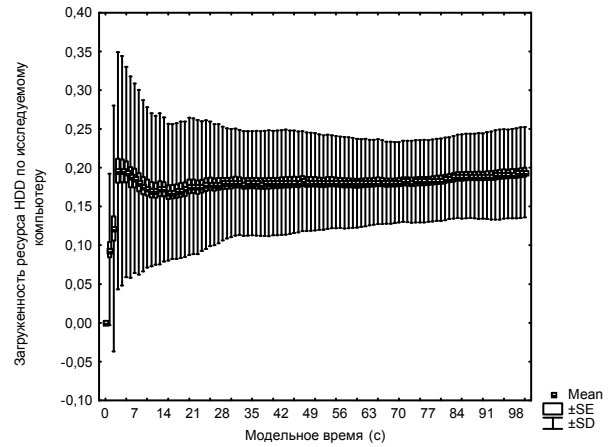


Рис. 7

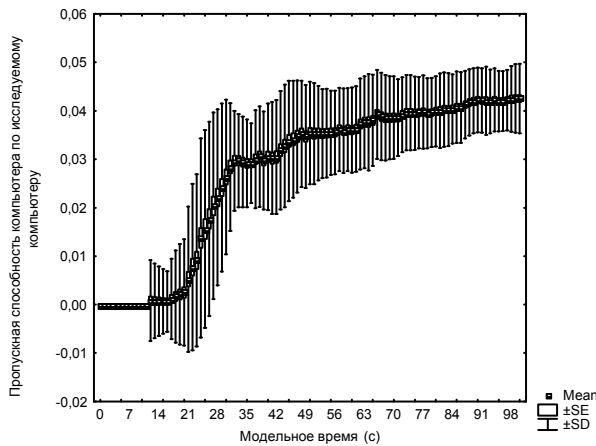


Рис. 8

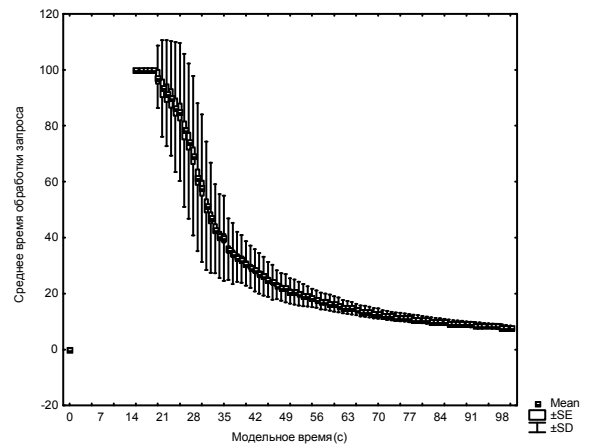


Рис. 9

При увеличении тактовой частоты процессора его загруженность уменьшается, но при достижении тактовой частоты 11000 операций/с количество выполненных запросов не

6 *А.Б. Падалка, А.И. Якимов, К.В. Захарченков*

изменяется (рисунки 2-4). Мощность процессора не имеет смысла использовать более, чем 11000 операций/с [8].

При скорости работы жесткого диска 100 МБ/с загруженность намного меньше, чем при 16 МБ/с (рисунок 6-7), но среднее время обработки запроса практически одинаково среднему времени обработки запроса на скорости 133 МБ/с [8].

Переходный процесс загруженности жесткого диска изображен на рисунке 7. На рисунок 8 представлен переходный процесс пропускной способности ПК. Рисунок 9 изображает переходный процесс среднего времени обработки запроса. Длина переходного процесса в модели составляет 50 с.

### 3. Заключение

В работе представлен новый метод моделирования функционирования узла ЛВС, позволяющий оценивать характеристики узла ЛВС при различных для различной конфигурации компьютеров, интенсивности и характеристиках пользовательских запросов.

Полученные результаты предоставляют информацию для принятия решений по реорганизации существующих и при создании новых ЛВС. Разработанная система позволяет оценить эффективность работы узла ЛВС на стадии проектирования.

Полученные результаты позволяют оценивать различные характеристики функционирующего узла локальной вычислительной сети. При анализе результатов, полученных с помощью пакета STATISTICA, можно сделать вывод о том, что при использовании технически совершенных и новых комплектующих ПК загруженность этих узлов, среднее время выполнения различных запросов на ПК уменьшается.

#### Литература

1. *Демиденко О.М., Максимей И.В.* Проектное моделирование вычислительного процесса в локальных вычислительных сетях – Мн.: Бел. наука, 2001 – 252с.
2. *Демиденко О.М.* Технология мониторинга и адаптации вычислительного процесса под рабочую нагрузку на локальную вычислительную сеть. – Мн.: Бел. наука, 2002. – 193с.
3. *Якимов А.И., Альховик С.А.* Имитационное моделирование в ERP-системах управления. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 197 с.: ил.
4. *Максимей И.В.* Имитационное моделирование на ЭВМ. – М.: Радио и связь, 1988. – 232 с.: ил.
5. *Якимов А.И.* Программно-технологический комплекс имитации сложных систем BelSim 2003. // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: Материалы респ. науч.-техн. конф., 29 января 2004 г. – Могилев: ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», 2004. – С. 3-4.
6. *Якимов А.И., Захарченков К.В., Падалка А.Б.* Имитационная модель функционирования информационной системы промышленного предприятия на уровне корпоративной сети // Известия Гомельского государственного университета имени Ф.Скорины. - 4(37). –2006. – С. 136-138.
7. *Падалка А.Б., Якимов А.И., Захарченков К.В.* Имитационная модель вычислительного процесса в локальной вычислительной сети. // 41-я студенческая научно-техническая конференция: Материалы конф., 17-21 мая 2005 г. – Могилёв: Белорусско-Российский университет, 2005. – С. 123-124.

#### **Падалка Александр Борисович**

Студент электротехнического факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375(222) 48-69-83  
E-mail: [padalka\\_alex@exe.by](mailto:padalka_alex@exe.by)

#### **Якимов Анатолий Иванович**

Доцент кафедры автоматизированных систем управления, канд. техн. наук  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375(222) 24-89-10  
E-mail: [ykm@tut.by](mailto:ykm@tut.by)

#### **Захарченков Константин Васильевич**

Ассистент кафедры автоматизированных систем управления  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375(222) 42-86-29  
E-mail: [baseya@yandex.ru](mailto:baseya@yandex.ru)