электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

УДК 519.724

Разработка и исследование имитационной модели корпоративной компьютерной сети

***Колесников А.В.**, аспирант*
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Теоретическая информатика и компьютерные технологии»

Научный руководитель: Иванов И.П., д.т.н., профессор
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
ivanov@bmstu.ru

Как известно [1,2], управление перегрузками в компьютерной сети является одним из ключевых способов повышения качества обслуживания абонентов (QoS). Рассматриваются следующие распространенные методики борьбы с перегрузками: сигнализация о перегрузке, противодавление, сдерживающий пакет, а также методики контроля канала с обратной связью [3,4]. В [5] приводятся результаты по борьбе с перегрузками в сети на основе метода оконного регулирования (win) с учетом краткосрочного прогнозирования загрузки сети. Сервер получатель с помощью обратной связи управляет объемом переданных данных сервера отправителя с учетом краткосрочного прогноза состояния сети. Несмотря на достаточную эффективность подобных подходов, по-прежнему необходимой является разработка адекватных способов прогнозирования трафика. Таким образом, важно задействовать ряд методов анализа временных рядов для выявления статистических и динамических свойств сетевого трафика данных. Для различных моделей трафика такие характеристики будут отличаться.

В ряде случаев изучение реальной компьютерной сети и отдельных её узлов может быть затруднительно, сопряжено с большими временными и материальными затратами, а иногда и невозможно из соображений безопасности. В таком случае возникает необходимость создания компьютерной модели, отражающей реальные процессы с целью дальнейшего их исследования. Имитационное моделирование – известный способ изучения характеристик системы без проведения реального эксперимента, тем не менее, позволяющий делать выводы о свойствах протекающих процессов при условии адекватности модели. Принимая во внимание условия

адекватности модели логично вести разработку последней с учетом всех известных характеристик процессов, протекающих в реальном объекте исследования.

Создание модели корпоративной сети проводилось средствами библиотеки SimEvents пакета MatLab. Принципиально модель представлена на рис. 1. Это сеть с топологией типа звезда с 6 серверами, подключенными к коммутатору. Блок Bandwidth позволяет задать пропускную способность сети, блоки Comp1…Comp6 моделируют поведение серверов, то есть генерируют пакеты сообщений с переменной скоростью и разной длины.

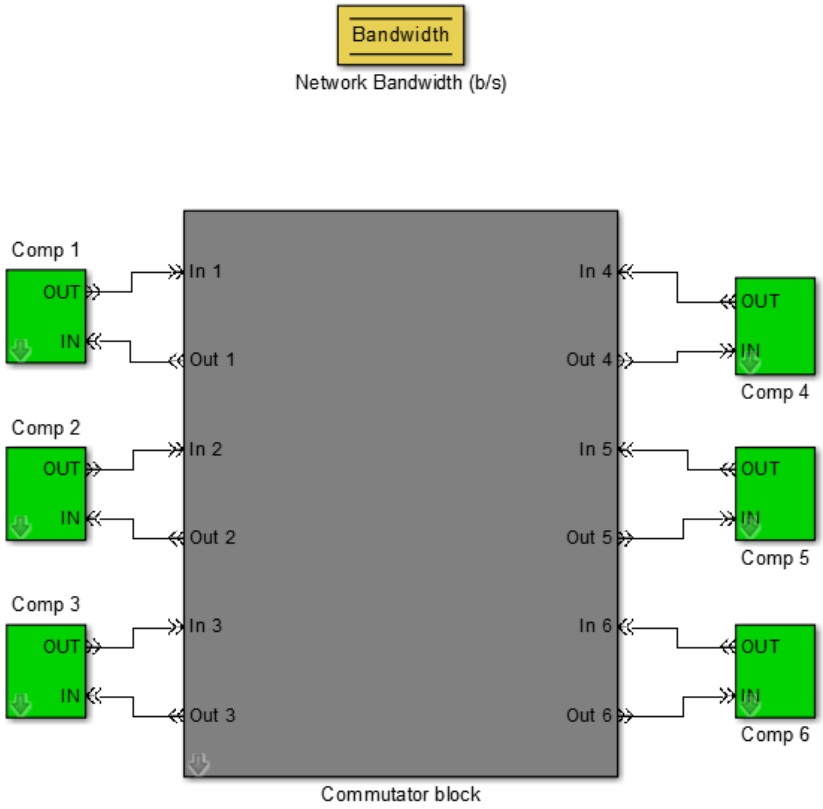

Рис. 1. Общий вид модели

Роль источников сообщений, то есть подключенных к коммутатору серверов играет модель, представленная на рис. 2. С заданной скоростью (пакетов/с) генерируются сообщения, длина которых лежит в определенно интервале – рис. 3.

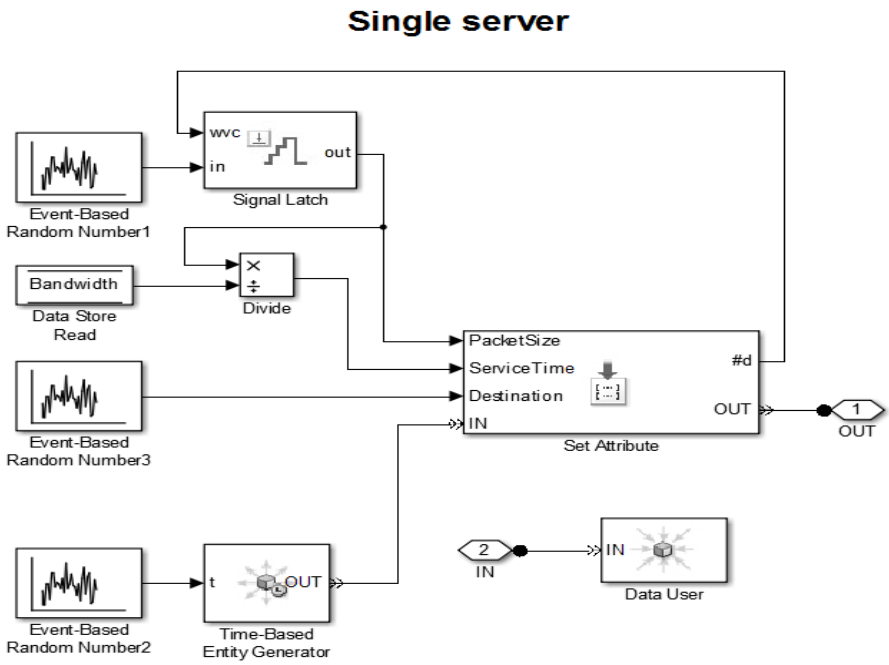

Рис. 2. Модель сервера, источника пакетов данных

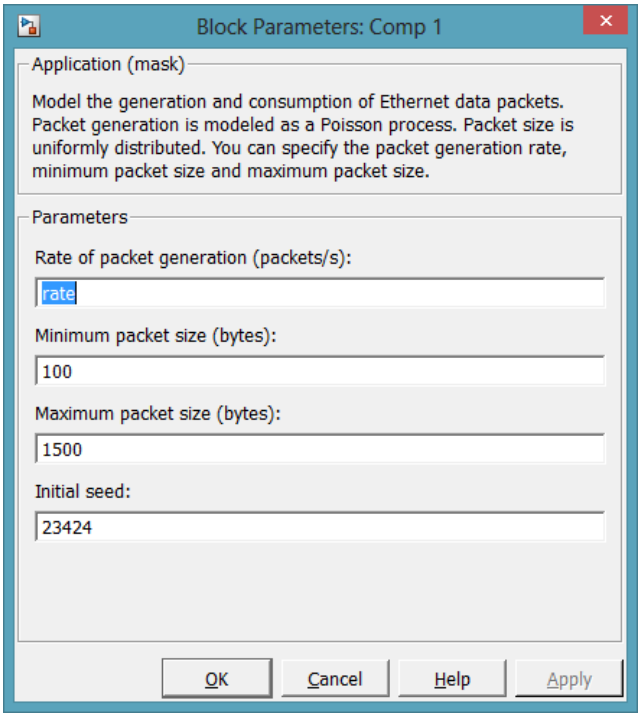

Рис. 3. Основные характеристики источника пакетов сообщений

Каждому созданному пакету присваивается три параметра (Рис.4):

- PacketSize – длина сгенерированного пакета в байтах.
- ServiceTime – время обслуживания сообщения.
- Destination – адрес назначения пакета.

Подключение к модели коммутатора осуществляется через соединения IN и OUT.

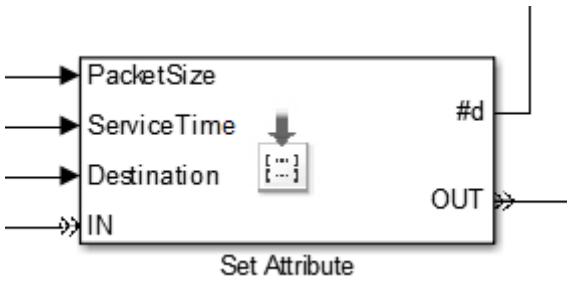

Рис. 4. Блок Set Attribute модели источника сообщений

Модель коммутатора учитывает дисциплину обслуживания заявок FIFO с контролем переполнения буфера. Данные об объеме трафика в коммутаторе в каждый конкретный момент времени рассчитываются с учетом длины сообщений в буфере и их количества, а затем передаются в среду MatLab для дальнейшей обработки.

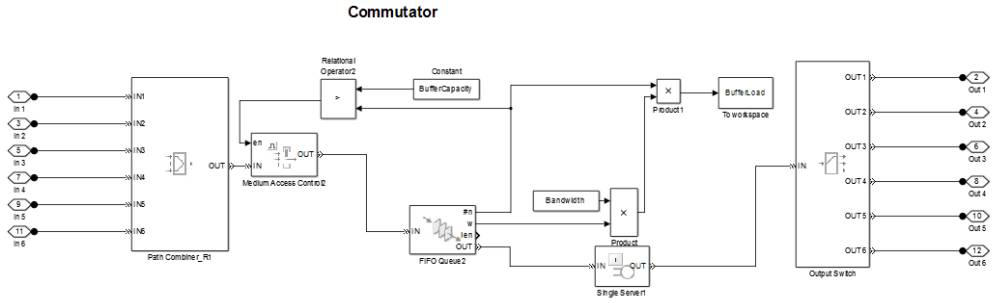

Рис. 5. Имитационная модель коммутатора

В представленной модели основным исследуемым процессом будет загрузка буфера коммутатора и объем трафика в единицу времени.

Расчетные характеристики полученной модели. Для первичной оценки работоспособности модели было проведено моделирование функционирования сети в течение 30 секунд с переменной интенсивностью трафика. Для каждого источника сообщений установлены одинаковые параметры, то есть длина пакетов в диапазоне, соответствующем протоколу TCP/IP от 100 до 1500 байт и скорость генерации пакетов в 50, 100, 150 и 200 (пакетов/с) соответственно для рис. 6а, 6б, 6в, 6г. На рис. 7 представлена зависимость между скоростью генерирования пакетов и суммарным трафиком, проходящим через коммутатор. Вид графика объясняется конечным объемом буфера коммутатора, что ограничивает пропускную способность.

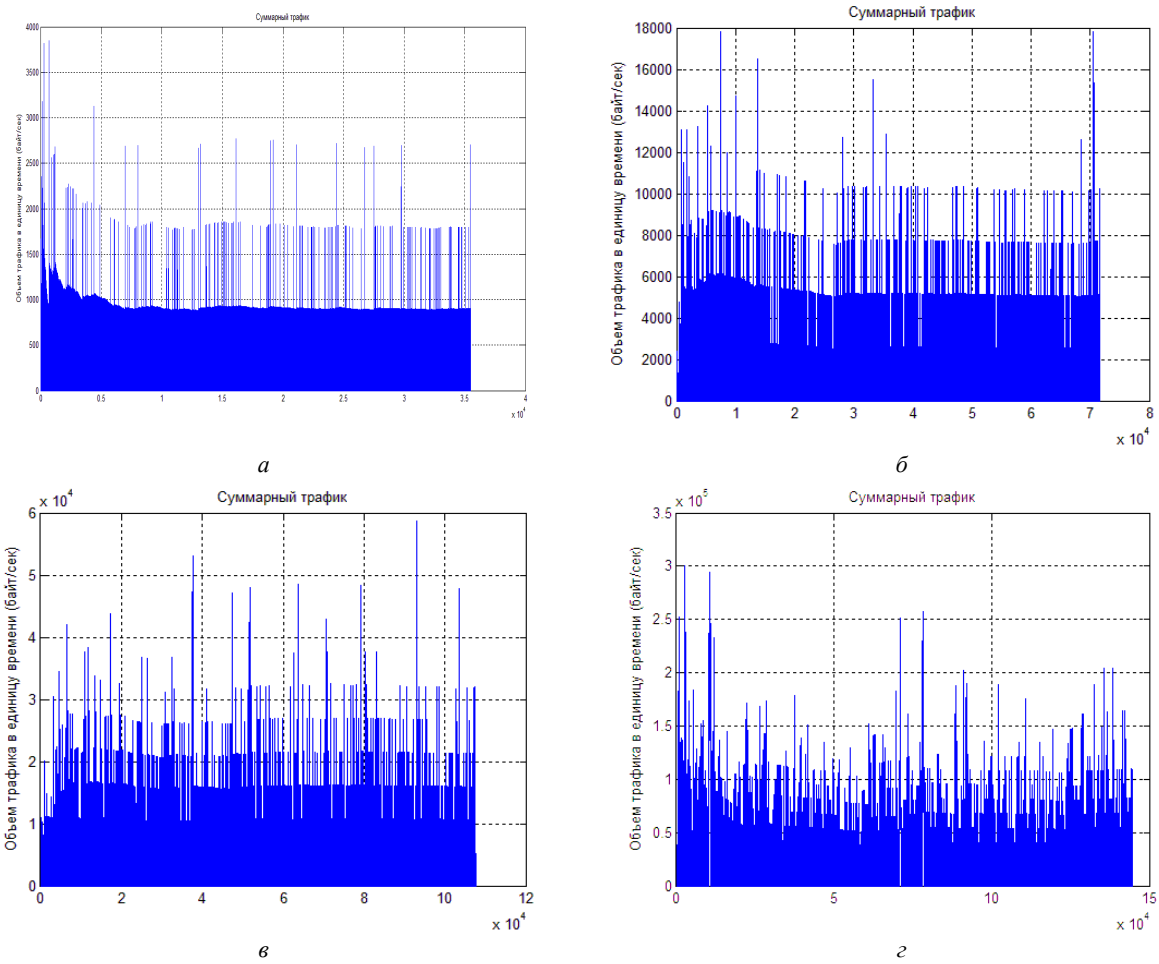

Рис. 6. Суммарный трафик, проходящий через коммутатор в единицу времени при скорости генерации сообщений узлами в 50 пакетов в сек. (*а*), 100 пакетов в сек. (*б*), 150 пакетов в сек. (*в*), 200 пакетов в сек. (*г*)

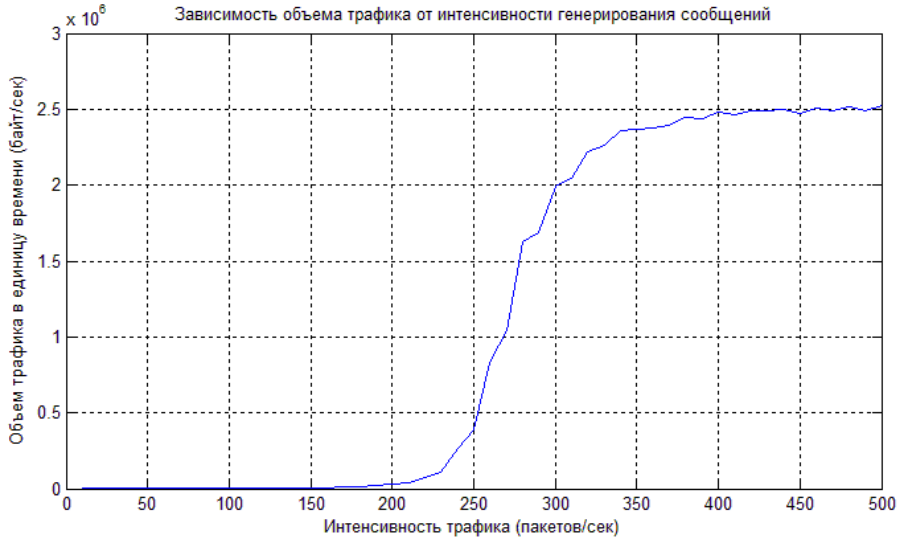

Рис. 7. Зависимость интенсивности трафика от скорости генерирования сообщений

В пользу медленно убывающей зависимости в процессе формирования трафика говорит медленно затухающий характер АКФ – рис. 8.

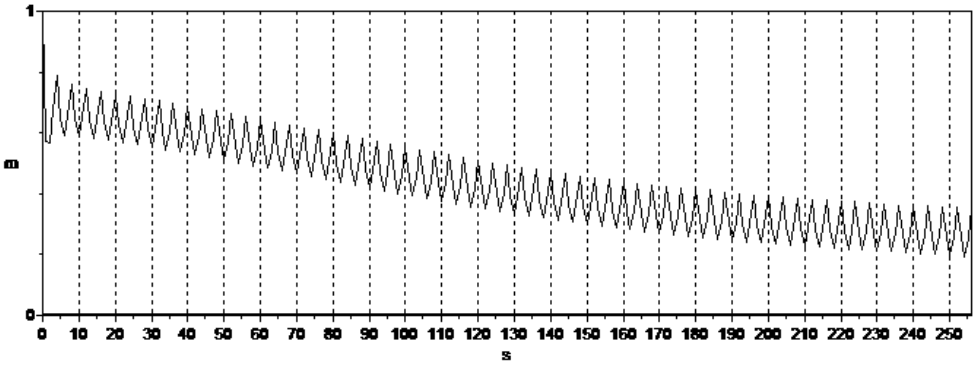

Рис. 8. Функция автокорреляции трафика

На рис. 9 представлен график изменения показателя Херста от интенсивности трафика, результаты согласуются с исследованиями реального трафика корпоративной сети и указывают на прямую зависимость. При увеличении интенсивности трафика показатель Херста растет экспоненциально.

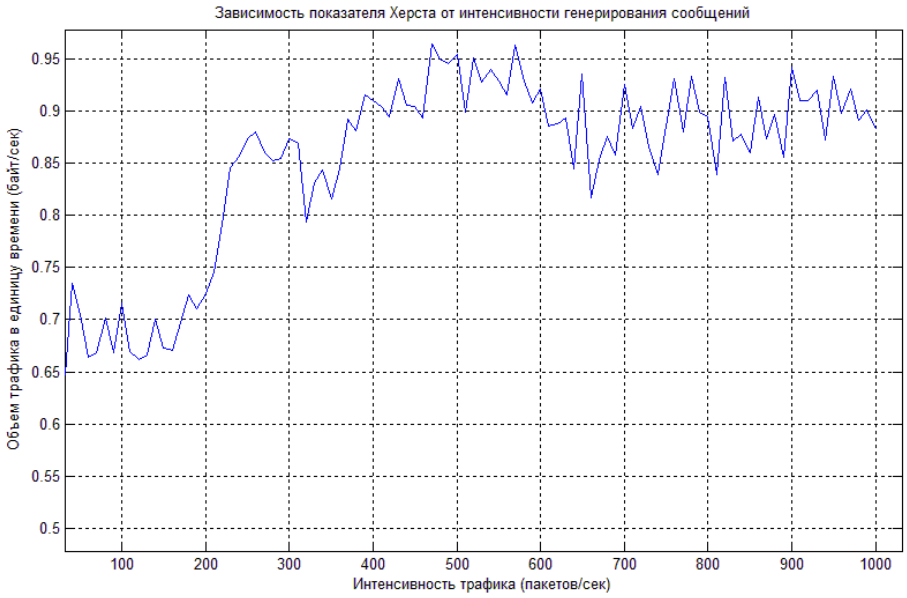

Рис. 9. График зависимости показателя Херста от интенсивности трафика

Разработанная имитационная модель позволяет задавать необходимые параметры источников сообщений и коммутатора, таким образом, становится возможным достичь большего соответствия между реальной корпоративной сетью и моделью. В дальнейших расчетах использовались данные о состоянии сети МГТУ им. Баумана, средний размер пакета и число пакетов в секунду, указанные в работе [6] – таблица 2.

Таблица 2

Характеризация входных и выходных потоков информации серверов ЛВС

Сервер		λ, кадр/с	$L_{ср}$, байт
ns.bmstu.ru	in	260	104
	out	260	186
ftp.bmstu.ru	in	1527	105
	out	2070	1288
iptv.bmstu.ru	in	2	63
	out	306	1192
www.bmstu.ru	in	82	129
	out	98	1416
e-u.bmstu.ru	in	112	138
	out	129	1432
db.bmstu.ru	in	15	115
	out	18	619

В работе [6] указано следующее краткое описание серверов, подключенных к коммутаторам ядра университета:

- ns.bmstu.ru – сервер обеспечивающий выполнение службы доменных имен (DNS), транспортный протокол UDP;
- ftp.bmstu.ru – файловый сервер, обеспечивающий хранение файлов различного назначения, транспортный протокол TCP, протокол прикладного уровня FTP;
- iptv.bmstu.ru – сервер трансляции потокового видео, транспортный протокол UDP, протокол прикладного уровня RTP;
- www.bmstu.ru – web-сервер МГТУ им. Н. Э. Баумана, транспортный протокол TCP, протокол прикладного уровня HTTP;
- e-u.bmstu.ru – сервер портала информационной системы «Электронный университет» МГТУ им. Н. Э. Баумана, транспортный протокол TCP, протокол прикладного уровня HTTP;
- db.bmstu.ru – сервер баз данных, транспортный протокол TCP, протокол прикладного уровня SQL. [6]

По результатам моделирования функция автокорреляции агрегированного трафика представлена на рис. 10. Медленное затухание говорит о наличии долгосрочной зависимости.

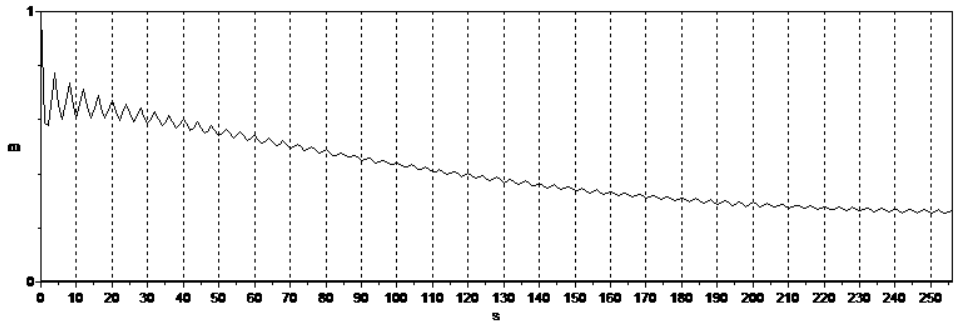

Рис. 10. Функция автокорреляции для модели с параметрами реальной сети

Для оценки самоподобия процесса был вычислен показатель Херста, который составил H=0.86, что говорит о самоподобии полученных данных.

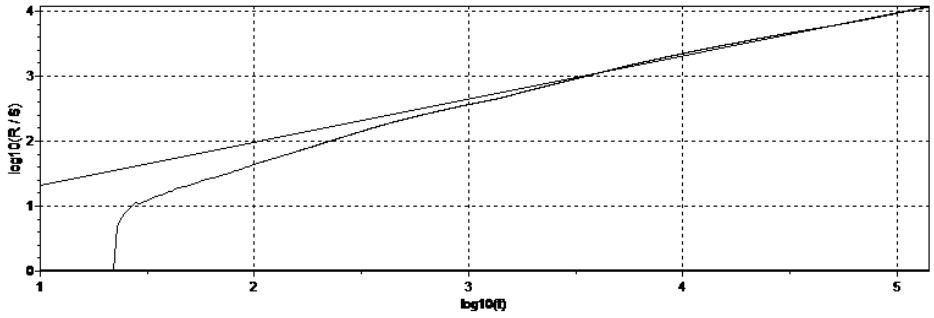

Рис. 11. Показатель Херста трафика

Таким образом, разработанная имитационная модель корпоративной сети соответствует основных статистическим и динамическим характеристикам реального процесса передачи данных, что делает её важным инструментом в процессе исследования сетевых процессов и моделировании информационного трафика.

Заключение

Ранее, в работе [7] представлены результаты исследования трафика корпоративной сети университета, а также процесса распределения ресурсов одного из физических серверов. Для решения задачи управления перегрузками в сети была разработана имитационная модель, отражающая процесс передачи трафика. В статье приводятся основные характеристики модели, и устанавливается её адекватность и соответствие реальной корпоративной компьютерной сети. На основе моделируемого эксперимента в дальнейшем будет разработан алгоритм прогнозирования перегрузок и управления трафиком с помощью вейвлет-анализа и нейросетевого прогнозирования.

имитационной модели позволяют в дальнейшем использовать методы вейвлет-анализа[8] и нейросетевого прогнозирования [9].

Список литературы

1. Иванов И.П., Бойченко М.К. Мониторинг ресурсов узлов корпоративной сети // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2010. № 2. С. 114-120.
2. Бойченко М.К., Иванов И.П., Кондратьев А.Ю. Доступность ресурсов транспортных подсистем компьютерных сетей // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2010. № 3. С. 103-118.
3. Столлингс В. Современные компьютерные сети. СПб.: Питер, 2003. 784 с.
4. Таненбаум Э. Компьютерные сети. СПб.: Питер, 2013. 816 с.
5. Кашин М.М. Разработка метода управления перегрузками в сетях SIP на основе прогноза сигнального трафика: дис. … канд. тех. наук. Самара, 2011. 149 с.
6. Иванов И.П. Математические модели, методы анализа и управления в корпоративных сетях: дис. … док. тех. наук. М., 2010. 249 с.
7. Басараб М.А., Колесников А.В., Иванов И.П. Анализ сетевого трафика корпоративной сети университета методами нелинейной динамики // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №8. DOI 10.7463/0813.0587054.
8. Коннова Н.С. Цифровая обработка сигналов допплеровского датчика объемной скорости кровотока в условиях переходных процессов в микроциркуляторном русле // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 12. DOI DOI: 10.7463/1212.0506267.
9. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и статистика, 2002. 344 с.