



ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.94

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОММУТАТОРА Gigabit Ethernet В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ Simulink

С.Н. ДЕВИЦЫНА
И. С. ОСАДЧАЯ
Е. И. МОЖАЕВА

*Белгородский
государственный
университет*

*e-mail:
devitsyna@bsu.edu.ru*

В сетях связи с пакетной коммутацией одной из проблем является обеспечение минимальной задержки трафика реального времени, которая, в основном, обусловлена быстродействием коммутаторов. В работе рассмотрена имитационная модель коммутатора Ethernet, реализованная в программной среде Simulink. Модель позволяет оценить динамические характеристики коммутатора Gigabit Ethernet.

Ключевые слова: инфокоммуникации, информационные технологии, телекоммуникации, сети связи, коммутатор, модель, моделирование.

Введение

Целью планирования и проектирования цифровых сетей связи является выбор оптимальной структуры, обеспечивающей требуемое качество и надежность связи. Современные методы проектирования основаны на компьютерном моделировании элементов сети, которое позволяет создать оптимальную топологию, подобрать сетевое оборудование, избежать серьезных проблем в процессе эксплуатации. В настоящее время существует множество разнообразных программных средств для создания имитационных моделей. Выбор программы зависит от её возможностей: удобства графического интерфейса, способности анимационного вывода результата моделирования, автоматизированной оптимизации и т.п.

В данной работе использована программа Simulink, поскольку она реализует принцип визуального программирования, в соответствии с которым пользователь из библиотеки стандартных блоков создает модель устройства и осуществляет расчеты. Программа имеет готовые блоки, необходимые для создания модели коммутационного оборудования, и возможность задания различного рода параметров. В ходе выполнения работы создана имитационная модель коммутатора Gigabit Ethernet, и с её помощью проведено исследование динамических характеристик коммутатора.

Особенности реализации модели коммутатора в программной среде Simulink

На начальном этапе разработки модели приняты следующие допущения: пакет данных является импульсом случайной длительности, период между поступлением импульсов – случайный.

В качестве источника сообщений переменной длины из библиотеки элементов был выбран генератор двоичных чисел Bernoulli Binary Generator, который позволяет задавать размер пакета и межкадровую паузу. В качестве источника сообщений постоянной длины выбран генератор двоичных чисел Pulse Generator.

В генераторе сообщений переменной длины с помощью поля «Sample Time» задается длительность пакета. В поле «Probability of a zero» вводится значение вероятности появления нуля (логический ноль означает отсутствие передачи пакета), в данном случае это означает, что можно задавать межкадровый интервал и интенсивность поступления пакетов. Окно интерфейса показано на рис.1.

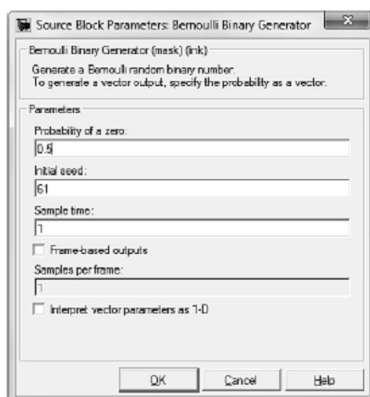


Рис. 1. Окно «Свойства источников сообщений»

Затем пакеты поступают на блок Switch, который отвечает за их обработку. Если пакеты не успевают обрабатываться, то они переходят в очередь (Switch 1) так реализуется процедура заполнения очереди. Когда очередь переполняется (имитация переполнения буфера коммутатора), пакеты начинают теряться, проходя через Switch 2.

Блок интегратора Integrator выступает в качестве счетчика пакетов, то есть он суммирует число пакетов поступающих в буфер.

Блок задержки Relay позволяет задать порог, при котором буфер очереди будет доступен для других заявок. С помощью блока Saturation определяет верхний порог заполнения очереди, то есть устанавливается объем буфера.

Блок Constant позволяет регулировать интенсивность обработки заявок в очереди, то есть скорость работы коммутатора.

Соотношение между усилителями Gain 1 и Gain 2 характеризует интенсивность обслуживания заявок.

Схемное решение модели коммутатора Gigabit Ethernet в программной среде Simulink

В предложенной модели можно изменять как интенсивность поступления, так и интенсивность обслуживания заявок. С её помощью можно отследить количество потерянных коммутатором бит при высокой интенсивности поступления пакетов, а также провести исследования зависимости количества потерянных бит от интенсивности поступления заявок и интенсивности обслуживания, при разных значениях длины очереди.

Схема модели коммутатора Gigabit Ethernet представлена на рис. 2.

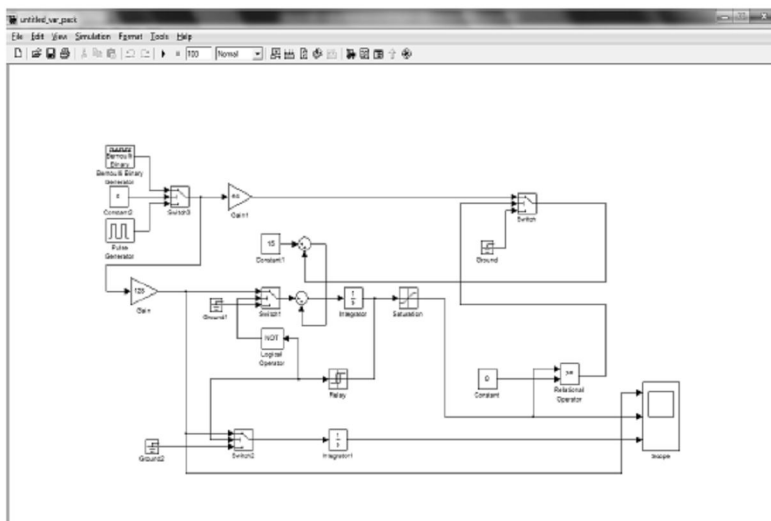


Рис. 2. Схемное решение модели коммутатора Gigabit Ethernet

Созданная модель коммутатора Gigabit Ethernet позволяет разработать рекомендации по оптимизации структуры сети с пакетной коммутацией по показателям динамических характеристик: интенсивности поступления и обслуживания пакетов.

Результаты имитационного моделирования работы коммутатора Gigabit Ethernet

С помощью имитационного моделирования были рассмотрены варианты работы коммутатора Gigabit Ethernet с различными начальными условиями и значениями динамических характеристик.

На рис. 3, 4 представлены результаты моделирования работы коммутатора Gigabit Ethernet с разным значением минимального размера пакета для источника сообщений переменной длины. В качестве исходных параметров были заданы: время моделирования 100 сек, интенсивность обслуживания пакетов 84 кбит/с, длина очереди – 10 минимальных пакетов. Интенсивность поступления пакетов равна 0,5.

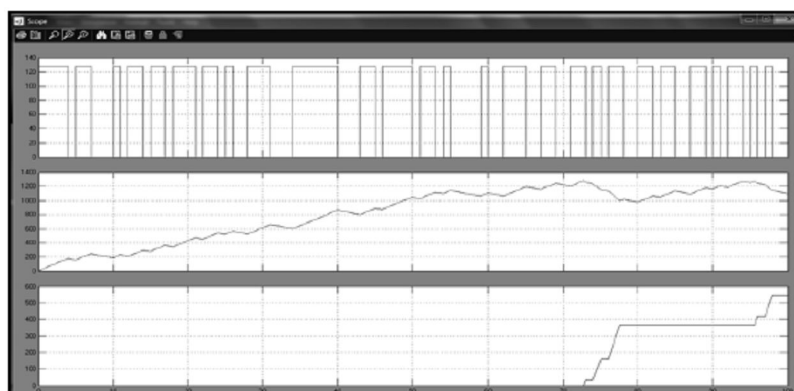


Рис. 3. Осциллограммы результатов моделирования при минимальном размере пакета 128 кбит: а) входящие пакеты; б) заполнение очереди; в) количество потерянных бит

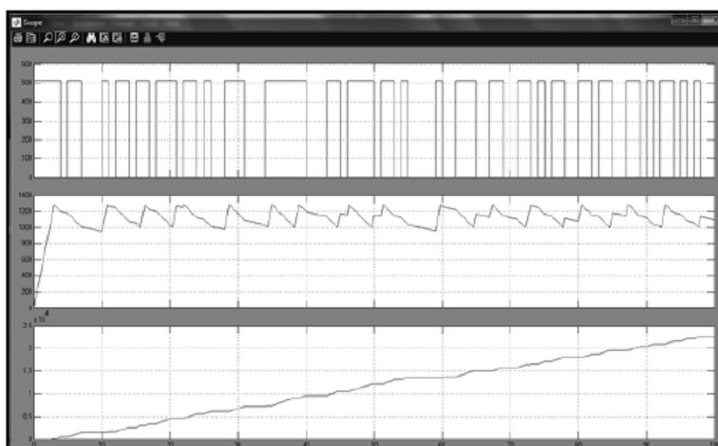


Рис. 4. Осциллограммы результатов моделирования при минимальном размере пакета 512 кбит:
а) входящие пакеты; б) заполнение очереди; в) количество потерянных бит

На рис. 5, 6 представлены результаты моделирования работы коммутатора Gigabit Ethernet с различным объёмом буфера для источника сообщений переменной длины. Исходные параметры: время моделирования 100 сек, минимальный размер пакета 128 кбит, интенсивность обслуживания пакетов равна 84 кбит/с, интенсивность поступления пакетов равна 0,5.

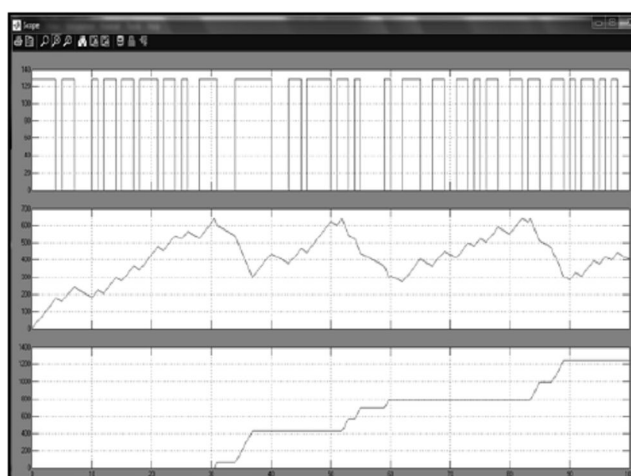


Рис. 5. Осциллограммы результатов моделирования при размере буфера 640 кбит:
а) входящие пакеты; б) заполнение очереди; в) количество потерянных бит

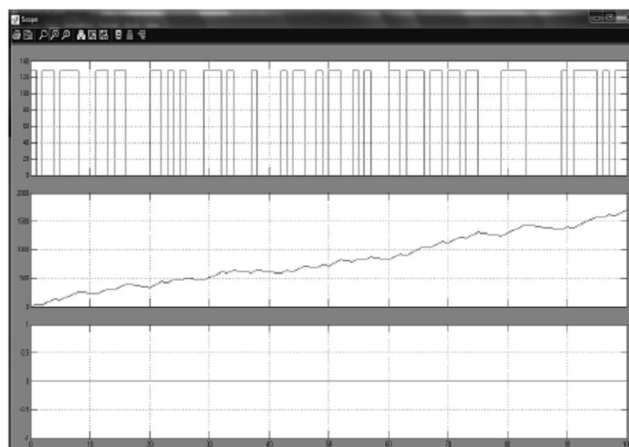


Рис. 6. Осциллограммы результатов моделирования при размере буфера 1920кбит:
а) входящие пакеты; б) заполнение очереди; в) количество потерянных бит

На рис. 7, 8 представлены результаты моделирования работы коммутатора Gigabit Ethernet с различной интенсивностью обслуживания для источника сообщений переменной длины. Исходные параметры: время моделирования 100 сек, минимальный размер пакета 128 кбит, интенсивность поступления пакетов равна 0,5, длина очереди составляет 10 минимальных пакетов или 128кбит*10=1280 кбит.

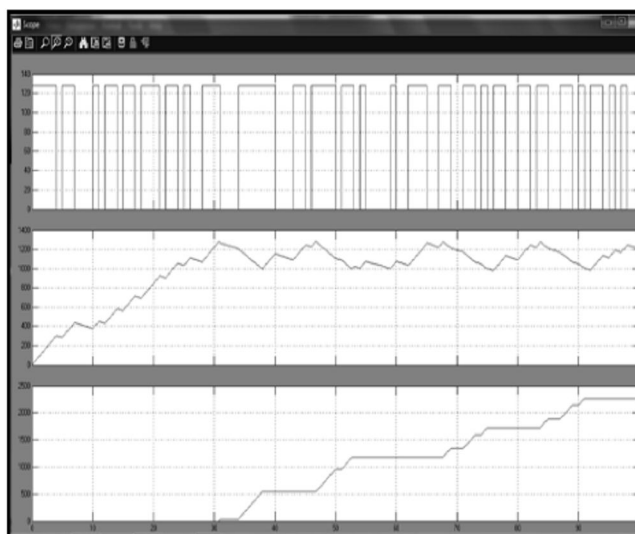


Рис. 7. Осциллограммы результатов моделирования при минимальном значении интенсивности обслуживания: а) входящие пакеты; б) заполнение очереди;
в) количество потерянных бит

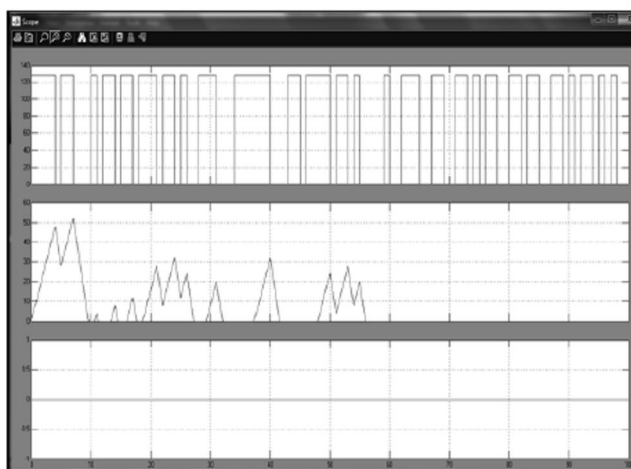


Рис.8. Осциллограммы результатов моделирования при максимальном значении интенсивности обслуживания: а) входящие пакеты; б) заполнение очереди; в) количество потерянных бит

На рис. 9, 10 представлены результаты моделирования работы коммутатора Gigabit Ethernet с различной интенсивностью обслуживания пакетов в очереди для источника сообщений переменной длины. Исходные параметры: время моделирования 100 сек, минимальный размер пакета 128 кбит, длина очереди составляет 10 минимальных пакетов или $128\text{кбит} \cdot 10 = 1280$ кбит.

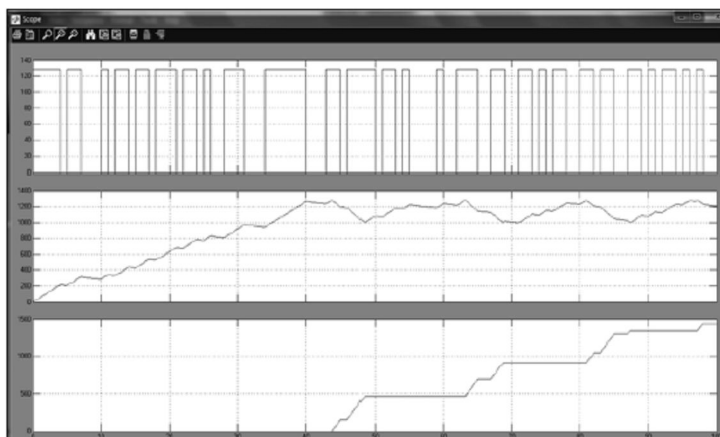


Рис. 9. Осциллограммы результатов моделирования при минимальном значении интенсивности обслуживания очереди: а) входящие пакеты; б) заполнение очереди; в) количество потерянных бит

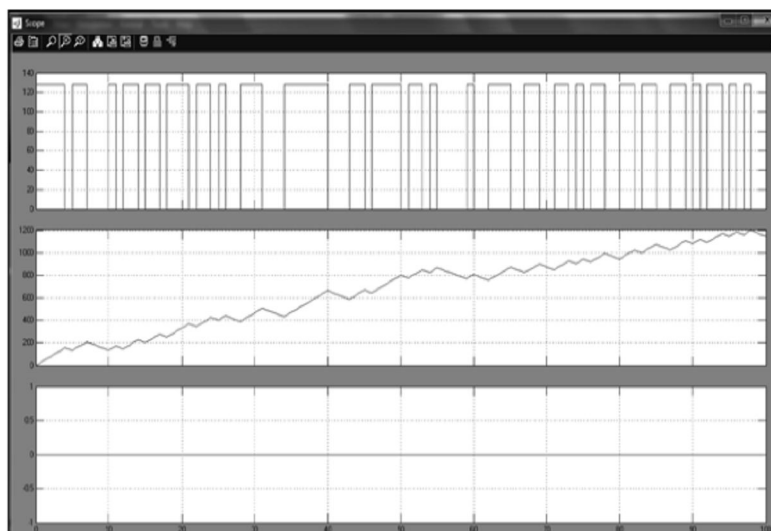


Рис. 10. Осциллограммы результатов моделирования при максимальном значении интенсивности обслуживания очереди: а) входящие пакеты; б) заполнение очереди; в) количество потерянных бит

На рис. 11, 12 представлены результаты моделирования работы коммутатора Gigabit Ethernet с различным межкадровым интервалом для источника сообщений постоянной длины. Исходные параметры: время моделирования 100 сек, минимальный размер пакета 128 кбит, интенсивность поступления пакетов равна 0,5, длина очереди составляет 10 минимальных пакетов или $128\text{кбит} \cdot 10 = 1280$ кбит.

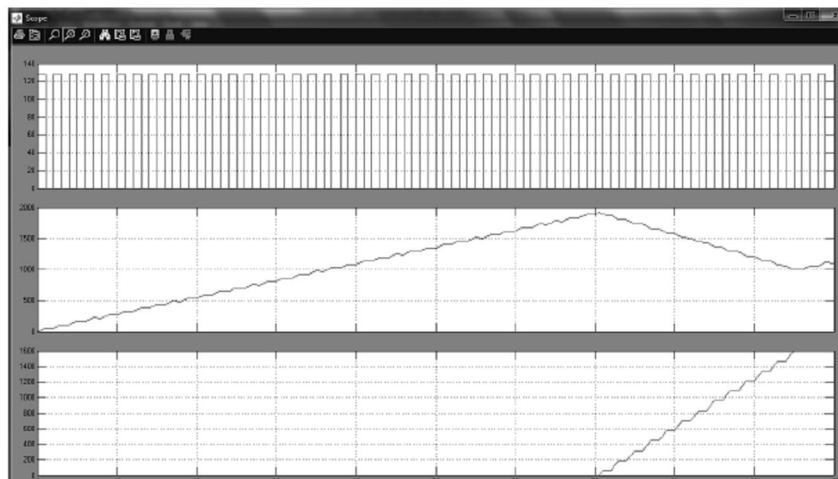


Рис. 11. Осциллограммы результатов моделирования при минимальном значении межкадрового интервала: а) входящие пакеты; б) заполнение очереди; в) количество потерянных бит

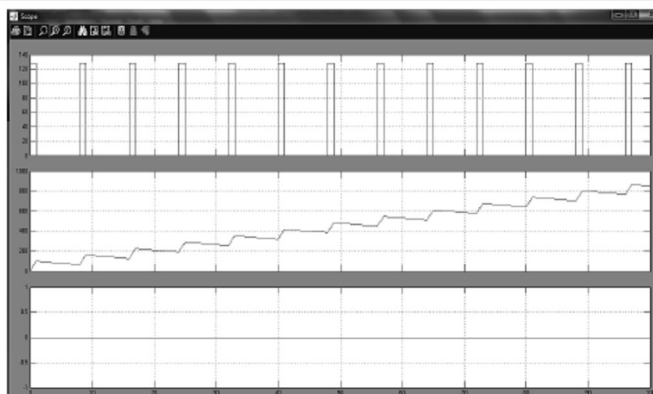


Рис. 12. Осциллограммы результатов моделирования при максимальном значении межкадрового интервала:
а) входящие пакеты; б) заполнение очереди;
в) количество потерянных бит

Выводы

Моделирование подтверждает, что при увеличении минимального размера пакета нагрузка на коммутатор при постоянной интенсивности обслуживания возрастает, заполнение очереди происходит быстрее, что в свою очередь приводит к большей потере бит. Изменяя длину очереди, можно наблюдать динамику процесса потери пакетов. Таким образом, можно сделать вывод: при уменьшении длины очереди возрастает количество потерянных бит, а при увеличении – наоборот.

В том случае, когда интенсивность обслуживания превышает объем поступающей информации, очередь практически не заполняется и отсутствует потеря пакетов. Когда интенсивность обслуживания равна интенсивности поступления пакетов, очередь заполняется, но потери пакетов не происходит. Если интенсивность обслуживания меньше интенсивности поступления, со временем происходят постепенное переполнение очереди и продолжается потеря пакетов.

С увеличением скорости обработки пакетов в очереди процесс заполнения буфера осуществляется медленнее, либо всё заявки обрабатываются, и происходит освобождение очереди. Было выявлено, что чем больше межкадровый интервал, тем меньше размер очереди.

Литература

- Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Локальные сети: архитектура, алгоритмы, проектирование [Текст] / Ю.В. Новиков, С.В. Кондратенко // М.: Изд-во ЭКОМ. – 2000. – 312 с.
- Макаренко, А.В. Модель динамики коммутатора Gigabit Ethernet [статья] / А.В. Макаренко // Журнал радиоэлектроники (электронный журнал). – 2001. – № 10.

SIMULATION Gigabit Ethernet SWITCH IN THE SOFTWARE ENVIRONMENT Simulink

S. N. DEVITSYNA
I. S. OSADCHAYA
E. I. MOZHAJEVA

Belgorod State University

e-mail: devitsyna@bsu.edu.ru

In communication networks, packet-switched one of the challenges is to ensure minimum delay real-time traffic, which is mainly caused by fast switches. The paper considers the simulation model of the switch Ethernet, implemented in the software environment of Simulink. The model allows us to estimate the dynamic characteristics of the switch Gigabit Ethernet.

Key words: information communications, information technology, telecommunications, network, switch, model, modeling.