

## 4. Моделирование простой сети связи

### Цель и содержание

**Цель работы:** моделирование и расчет основных характеристик простой сети связи.

### Формируемые компетенции

**ОПК-1** Способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.

**ОПК-3** Способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.

**ОПК-4** Способностью иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях; осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ.

**ПК-5** Способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети.

### Теоретическое обоснование

Рассмотрим простую локальную сеть связи, состоящей из двух компьютеров, одного роутера, хаба, рабочей станции и рабочей группы, соединенных между собой линиями связи с пропускной способностью по 10 Мбит/с каждая (рис. 4.1).

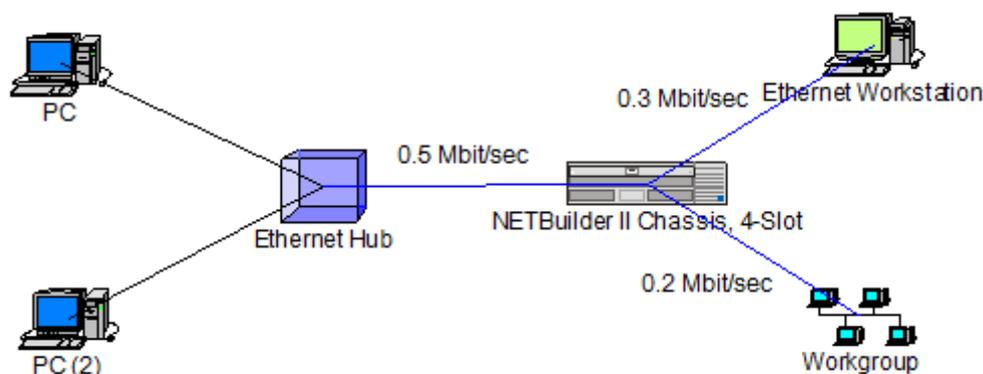


Рисунок 4.1 Простая сеть

Трафик в данной сети движется от узлов «PC» и «PC (2)» к узлам «Ethernet Workstation» и «Workgroup». Полагая, что потоки данных являются простейшими со средними интенсивностями  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  каждый, можно определить вероятность потерь пакетов от узлов «PC» и «PC (2)» с помощью формулы (2). Схематично цифровую систему связи рис. 4.1 можно представить следующим образом (рис. 4.2).

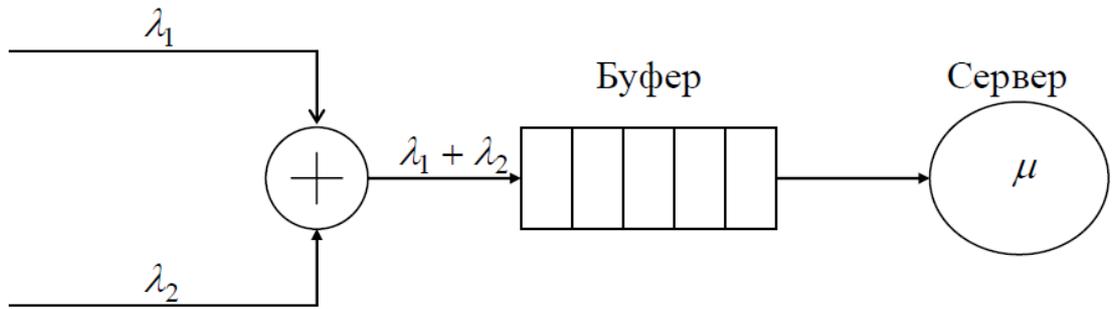


Рисунок 4.2 Схематичное представление цифровой системы связи

Для того чтобы вычислить вероятность потери пакета на входе роутера необходимо знать среднюю длину поступающего пакета в суммарном потоке и суммарную нагрузку трафика. Зная средние интенсивности генерации пакетов для первого и второго потоков, суммарную нагрузку можно определить по формуле

$$Z = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\mu}$$

Средняя длина пакета суммарного потока будет равна математическому ожиданию от длин пакетов проходящих по нему, т.е. будет справедливо выражение

$$\bar{L} = \sum_{i=1}^2 p_i M\{n_i\},$$

где  $p_i$  - вероятность появления пакета для первого и второго трафиков соответственно;  $M\{n_i\}$ - математическое ожидание длин пакетов для обоих трафиков. Значения  $M\{n_1\} = 1/\lambda_1 = m_1$  и  $M\{n_2\} = 1/\lambda_2 = m_2$ , а вероятности появления пакетов для первого и второго трафиков можно определить по формулам:

$$p_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2}; p_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}.$$

Таким образом, средняя длина пакета суммарного потока будет определяться как

$$\bar{L} = \frac{\lambda_1 \cdot m_1}{\lambda_1 + \lambda_2} + \frac{\lambda_2 \cdot m_2}{\lambda_1 + \lambda_2}.$$

Зная значение  $\bar{L}$  и размер входного буфера для роутера  $S$ , можно определить среднее число пакетов в системе:  $N = S / \bar{L}$ . После подстановки значений  $Z$  и  $N$  в формулу (2) найдем вероятность потерь пакетов в роутере.

### Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер с установленной NetCracker Professional 4.1 и пакетом Microsoft Office.

### Указания по технике безопасности

Необходимо выполнять требования по технике безопасности, предусмотренные для компьютерного класса

1. Не включать компьютер без разрешения администратора класса и преподавателя.
2. Запрещается самостоятельно вскрывать корпус ПК.
3. Не касаться одновременно экрана монитора и клавиатуры (возможен разряд повышенного электростатического потенциала).
4. Не загромождать верхние панели устройств бумагами и посторонними устройствами.
5. Не прикасаться одновременно к металлическим частям ПК и устройствам, имеющим естественное заземление.
6. Запрещается производить отключение питания во время выполнения активной задачи.
7. Не допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора, клавиатуру, принтеры и другие устройства.

### **Методика и порядок выполнения работы**

#### **Методика выполнения работы**

#### **Моделирование трехзвенной схемы в программе NetCracker**

1. Для создания сети связи, представленной на рис. 4.1 в браузере программы NetCracker перейдите на закладку «LAN workstations» и разместите два ПК и один «Ethernet Workstation» как показано на рис. 4.1,
2. Перейдите на закладку «LAN adapters». В раскрывающейся ветви выберите «Ethernet» и в ней отметьте фирму изготовителя «3Com Corp.». В панели устройств найдите сетевую плату «Fast EtherLink 10/100 PCI» и с помощью указателя мыши переместите ее сначала на первый ПК, а затем на второй.
3. Перейдите на закладку «Routers and bridges» и в раскрывающейся ветви выберите «Backbone». В списке «Backbone» найдите фирму «3Com Corp.» и выделите пункт «NETBuilder II Chassis, 4-Slot». Из панели устройств перенесите роутер «NETBuilder II Chassis, 4-Slot» на рабочую область как показано на рис. 4.1.
4. В панели устройств найдите плату «NETBuilder II MP Ethernet 10BASE-T Module, 6-Port» и с помощью указателя мыши переместите ее на роутер «NETBuilder II Chassis, 4- Slot». В результате роутер будет иметь 4 порта со скоростью передачи 10 Мбит/с и буферами выходных и входных данных размером в 100 Кб каждый.
5. Перейдите на закладку «Hubs», в раскрывающемся списке выберите опцию «Shared media» и из панели устройств перенесите на рабочую область «Ethernet Hub».
6. В браузере найдите пункт «Buildings, campuses and LAN workgroups» и из панели устройств перенесите на рабочую область элемент «Workgroup» в соответствии с рис. 4.1.

7. Соедините все узлы системы в режиме «Link devices» как показано на рис. 4.1.

8. Для задания движения трафика от первого компьютера «PC» к «Ethernet Workstation» выберите режим «Set Traffic» и с помощью указателя мыши отметьте узел источника, а затем узел приемника данных.

9. В появившемся диалоговом окне отметьте пункт «Small office» и нажмем кнопку «Edit». В новом диалоговом окне выберите экспоненциальное распределение для размеров передаваемых пакетов с МО равным 400 байт.

10. Для моделирования интервалов времени укажите экспоненциальную ПРВ с параметром  $10^{-3}$  с.

11. Аналогично создайте движение трафика от узла «PC» к узлу «Workgroup», от узла «PC (2)» к узлу «Ethernet Workstation» и от узла «PC (2)» к узлу «Workgroup».

12. Для указания размера используемого буфера дважды щелкните левой кнопкой мыши на роутере и в появившемся диалоговом окне нажмите на кнопку «Device Setup». В окне свойств выбрать закладку «Ports» и отметьте первый используемый порт, через который происходит соединение хаба с роутером. При нажатии на кнопку «Setup» появится диалоговое окно, в котором на закладке «Telecom» установите размеры входного и выходного буферов передачи.

13. Перед началом моделирования задайте следующую отображаемую информацию. Для линий связи в диалоговом окне «Statistical Items» отметьте пункты «Average workload». Для компьютеров в аналогичном диалоговом окне отметьте пункт «Average transaction length». Для роутера выберите пункт «Packets dropped for last s».

14. Запустите процесс моделирования сформированной схемы на некоторое время. При этом на экране будет отображаться средняя загруженность линий связи, средняя длина переданных пакетов и число потерянных пакетов за последнюю секунду.

### **Порядок выполнения работы**

1. В соответствии с номером варианта вычислите суммарную нагрузку трафика, поступающего на вход роутера, а также определите среднюю длину пакета в этом потоке и среднее число пакетов в буфере.

2. Вычислите вероятность потери пакета и среднее число потерянных пакетов за одну секунду в роутере.

3. Определите размер буфера, при котором вероятность потерь будет равна  $10^{-6}$ .

4. Составьте отчет о проведенных исследованиях.

*Таблица 4.1*

### *Варианты заданий*

<b>Вариант</b>	<b>Средняя</b>	<b>Средний интервал времени</b>	<b>Величина</b>
----------------	----------------	---------------------------------	-----------------

	<b>длина пакета, байт</b>	<b>между двумя соседними пакетами, (<math>\lambda_1/\lambda_2</math>) сек</b>	<b>входного буфера, байт</b>
1	500	0,001/0,002	1000
2	200	0,001/0,003	200
3	100	0,002/0,005	200
4	400	0,003/0,002	800
5	300	0,004/0,003	900
6	450	0,001/0,002	900
7	600	0,002/0,001	1200
8	350	0,002/0,0015	700
9	200	0,004/0,002	400
10	400	0,001/0,002	1200

### **Содержание отчета и его форма**

1. Титульный лист с названием лабораторной работы, номером варианта, фамилией студента и группы.
2. Используемые формулы, расчетное значение суммарной нагрузки, средней длины пакета, среднего числа пакетов в буфере.
3. Расчетные формулы и полученные значения вероятности потери пакета и среднего числа потерянных пакетов за одну секунду.
4. Расчетные формулы и новое значение размера входного буфера, при котором вероятность потери пакетов равна 10<sup>-6</sup>.
5. Выводы о проделанной работе.

### **Контрольные вопросы и защита работы**

#### **Контрольные вопросы**

1. Как зависит величина нагрузки от размера передаваемых пакетов?
2. Как зависит вероятность блокировки от увеличения пропускной способности линий связи?
3. В чем заключается функциональное отличие между роутером и хабом?
4. Как зависит величина нагрузки от среднего интервала времени между передаваемыми пакетами?
5. Как связана суммарная величина нагрузки с нагрузками входных потоков?
6. Каким образом вычисляется средняя длина передаваемого пакета в суммарном потоке?

#### **Защита работы**

Защита работы заключается в:

- выполнении заданий раздела «Методика и порядок выполнения работы»;
- ответах на контрольные вопросы;
- предоставлении отчета.

### **Список рекомендуемой литературы**

*Основная*

1. Теория телетрафика : учеб. пособие / Н. Ю. Братченко . - Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. - 224 с. : ил.
2. Крылов, В. В. Теория телетрафика и ее приложения / В. В. Крылов, С.С. Самохвалова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 288 с.

*Дополнительная*

1. Корнышев, Ю. Н. Теория телетрафика / Ю. Н. Корнышев, А.П. Пшеничников, А.Д. Харкевич. – М.: Радио и связь, 2008 г. – 270 с.
  2. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей: учебник для вузов / Е. С. Вентцель. – М.: Высш. шк., 2010. – 576 с.
- Вишневский, В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В. М. Вишневский. – М.: Техносфера, 2013. – 512 с.