

3. Моделирование цифровой сети с буфером и одним сервером

Цель и содержание

Цель работы: моделирование и анализ работы цифровой сети с одним сервером и буфером ограниченной длины.

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 цифровую систему, состоящую из буфера с ограниченным объемом и одного сервера (рис. 3.1 а). Структурная схема такой цифровой системы представлена на рис. 3.1 б).

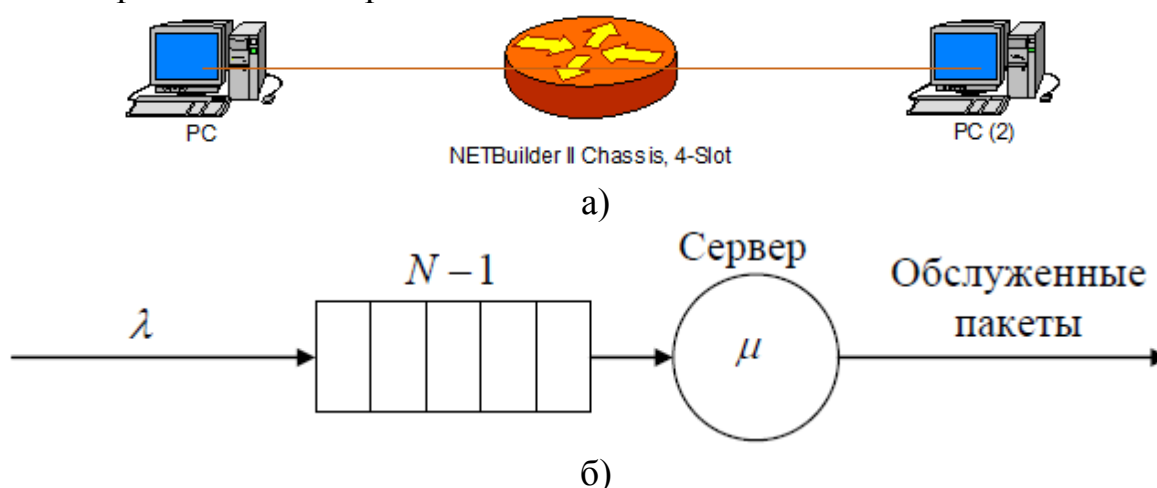


Рисунок 3.1. Система с ограниченной длиной очереди и одним сервером:

а) – цифровая система с буфером и одним сервером;

б) – структурная схема цифровой системы

Входной поток со средней интенсивностью λ формируется узлом PC и передается узлу PC(2). Компьютеры PC и PC(2) связаны между собой через роутер «NETBuilder II Chassis» фирмы «3Com Corp.», который имеет буфер

входных и выходных данных. Задача сервера заключается в передаче поступивших в роутер пакетов узлу РС(2).

Допустим, что максимальное число пакетов в буфере роутера может быть равно N . Поступивший $N + 1$ пакет получает отказ в обслуживании и считается потерянным.

Будем полагать, что интервалы времени между поступлениями пакетов распределены по экспоненциальному закону с параметром λ . Данный параметр считается известным до процесса моделирования и задается вариантом лабораторной работы. Для того чтобы время обслуживания было тоже подчинено экспоненциальному закону, необходимо длины пакетов описывать экспоненциальным распределением. В этом случае время передачи пакетов, т.е. время их обслуживания $t = L / \vartheta_{line}$, где L - длина передаваемого пакета, будет также подчиняться экспоненциальному закону с параметром

$$\mu = 1/t_{cp},$$

где $t_{cp} = L_{cp} / \vartheta_{line}$ - среднее время передачи пакетов по каналу связи.

Сделанные допущения о моделях трафика позволяют использовать формулу Эрланга для систем с ограничением по длине очереди при вычислении вероятности нахождения k пакетов в роутере:

$$p_k = \frac{\frac{Z^n}{n!} \left(\frac{Z}{n}\right)^{k-n}}{\sum_{j=0}^n \frac{Z^j}{j!} + \frac{Z^n}{n!} \sum_{s=1}^{N-1} \left(\frac{Z}{n}\right)^s}, \quad (1)$$

где $Z = \lambda / \mu$ - величина нагрузки; n - число серверов. Так как в рассматриваемом случае $n = 1$, то формула (1) упрощается до следующего выражения:

$$p_{k=1+s} = \frac{Z^k}{1 + Z + Z \sum_{s=1}^{N-1} Z^s} = \frac{Z^k}{1 + \sum_{s=1}^N Z^s} = \frac{Z^k}{\left(\frac{1 - Z^{N+1}}{1 - Z}\right)} = Z^k \frac{1 - Z}{1 - Z^{N+1}},$$

$$\text{при } 0 \leq k \leq N$$

и

$$p_k = 0, \text{ при } k > N$$

Полученное выражение для p_k можно использовать при вычислении вероятности блокировки (потери пакета). Очевидно, что блокировки возникают при одновременном совершении двух событий: когда в роутере находится N пакетов и когда на его вход поступает $N + 1$ пакет. Вероятность первого события определяется как

$$p_{k=N} = \frac{Z^N (1 - Z)}{1 - Z^{N+1}}.$$

Учитывая, что входной поток является простейшим, вероятность второго события определяется по формуле

$$p^{(N+1)} = \lim_{S \rightarrow \infty} \frac{S - N}{S} = 1$$

и вероятность потери пакета.

$$p_B = p_N p^{(N+1)} = \frac{Z^N (1 - Z)}{1 - Z^{N+1}} \quad (2)$$

Вероятность блокировки также можно выразить через интенсивность входного потока λ и интенсивность потока отброшенных пакетов R :

$$p_B = \frac{R}{\lambda} \Rightarrow R = p_B \lambda.$$

Последнее выражение позволяет вычислять число потерянных пакетов за единицу времени.

Среднее число пакетов в системе может быть найдено как математическое ожидание по следующей формуле:

$$\bar{N} = \sum_{k=0}^N p_k k = \frac{(1 - Z)Z}{1 - Z^{N+1}} \sum_{k=0}^N k Z^{k-1} = \frac{Z}{1 - Z} - \frac{(N + 1)Z^{N+1}}{1 - Z^{N+1}},$$

а среднее время пребывания пакетов в системе как

$$T = \bar{N} / \lambda.$$

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 цифровой сети в программе NetCracker

1. Для создания сети связи, представленной на рис. 3.1 а, в браузере программы NetCracker перейдите на закладку «LAN workstations» и в панели устройств выбрать «PC». Разместить два ПК, как показано на рис. 3.1, а.

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. 3.1 а.

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 выходных данных размером в 100 Кб каждый.

5. Для соединения компьютеров с роутером выберите режим «Link devices» и с помощью указателя мыши установите два соединения сначала с первым компьютером, а затем со вторым.

6. Для задания движения трафика от первого компьютера PC, ко второму PC(2) выберите режим «Set Traffic» и с помощью указателя мыши отметьте сначала первый, а затем второй ПК.

7. В появившемся диалоговом окне отметьте пункт «Small office» и нажмем кнопку «Edit».

8. В новом диалоговом окне выберите экспоненциальное распределение для размеров передаваемых пакетов с МО равным 500 байт.

9. Для моделирования интервалов времени также укажите экспоненциальную ПРВ с параметром 10–3 с.

10. 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 выберите закладку «Ports» и отметьте первый используемый порт, через который происходит соединение первого компьютера с роутером. При нажатии на кнопку «Setup» появится диалоговое окно, в котором на закладке «Telecom» установите размеры входного и выходного буферов передачи (рис. 3.2).

11. Перед началом моделирования задайте следующую отображаемую информацию. Для линий связи в диалоговом окне «Statistical Items» отметьте пункты «Average workload». Для первого ПК в аналогичном диалоговом окне

отметьте пункт «Average transaction length». Для роутера выберите пункт «Packets dropped for last s».

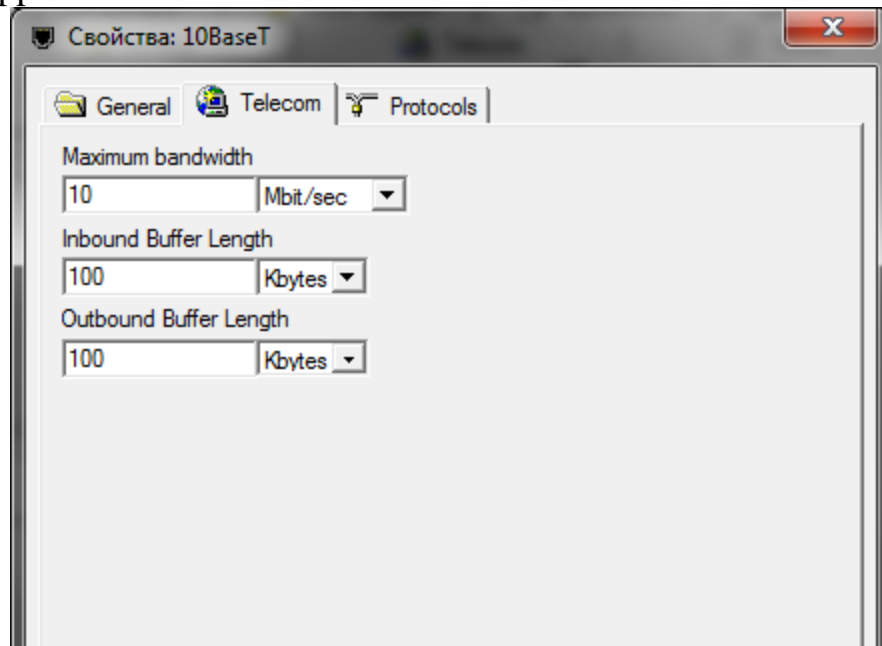


Рисунок 3.2. Диалоговое окно настройки порта

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

Порядок выполнения работы

1. Вычислите среднюю интенсивность входного λ и выходного μ потоков, среднее время передачи одного пакета и величину входной нагрузки Z .
2. Для заданного вариантом размера буфера найдите вероятность потери пакетов и среднее число потерянных пакетов за одну секунду. Сравните полученные результаты с результатами моделирования.
3. Определите размер буфера, при котором вероятность потери пакетов будет примерно равна 10^{-8} .
4. Найдите среднее число потерянных пакетов за одну секунду при измененном размере буфера. Сравните полученные результаты с результатами моделирования.
5. Составьте отчет о проведенных исследованиях.

Таблица 3.1

Варианты заданий

Вариант	Средняя длина пакета, байт	Средний интервал времени между двумя соседними пакетами, сек	Величина входного буфера, байт
1	500	0,001	1000
2	200	0,001	200
3	100	0,001	200
4	400	0,005	800
5	300	0,004	900
6	450	0,001	900
7	600	0,002	1200
8	350	0,002	700
9	200	0,004	400
10	700	0,01	1400

Содержание отчета и его форма

1. Титульный лист с названием лабораторной работы, номером варианта, фамилией студента и группы.
2. Используемые формулы и расчетные значения средних интенсивностей входных и выходных потоков, среднего времени передачи одного пакета по каналу связи и величины нагрузки.
3. Схема связи, с результатами моделирования, расчетного значения вероятности потерь и среднего числа потерянных пакетов за одну секунду.
4. Выводы полученным данным.
5. Расчетное значение величины буфера и полученное значение вероятности потерь пакетов.
6. Результаты моделирования при расчетной величине размера буфера.
7. Выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы и защита работы**Контрольные вопросы**

1. Что понимается под средней интенсивностью обслуживания пакетов сервером цифровой системы?
2. Как вычисляется средняя интенсивность и нагрузка входного потока?
3. От каких параметров цифровой сети зависит вероятность блокировки?
4. Какие модели трафика входного и выходного потоков используются в данной лабораторной работе?
5. Как вычисляется среднее число потерянных пакетов за единицу времени?
6. Перечислите основные узлы анализируемой цифровой сети связи.
7. Что влияет на скорость передачи пакетов по каналу связи?

8. Как изменится интенсивность входного потока, если увеличить средний интервал времени между двумя соседними пакетами?

9. Как изменится интенсивность потока обслуженных пакетов, если увеличить пропускную способность канала связи?

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.

3. Вишневский, В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В. М. Вишневский. – М.: Техносфера, 2013. – 512 с.