Некоммерческое акционерное общество

АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Кафедра автоматизации и управления

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 5В070200 – Автоматизация и управление

Алматы 2018

СОСТАВИТЕЛИ: Сябина Н.В., Ибраева Л.К. Компьютерные сети в системах управления. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 5В070200 – Автоматизация и управление. - Алматы: АУЭС, 2018. – 36 с.

Настоящие методические указания предназначены в помощь студентам специальности 5В070200 – «Автоматизация и управление» при изучении дисциплины «Компьютерные сети в системах управления» и содержат 7 лабораторных работ, а также рекомендации по их выполнению. Приложения содержат весь необходимый справочный материал.

Ил. 12, табл. 11, прилож. 4, библиогр. - 6 назв.

Рецензент: Аренбаева Ж.Г., канд.эк.наук, профессор

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2018 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2018 г.

1 Лабораторная работа № 1. Изучение физической среды передачи сигналов по сети. Обжим сетевого кабеля

Цель: научиться выполнять обжим витой пары для разных устройств передачи данных, получить практические навыки в соединении компьютеров в локальную сеть.

1.1 Задание к лабораторной работе

1.1.1 Изучить стандарты EIA/TIA-568A и EIA/TIA-568B разводки кабеля.

1.1.2 Изучить схемы обжима двухпарной и четырехпарной витой пары.

1.1.3 Изучить основные правила обжима витой пары и использования обжимного инструмента.

1.1.4 Выполнить обжим кабеля для соединения компьютера с концентратором. Проверить правильность обжима, используя тестер.

1.1.5 Выполнить обжим кабеля для соединения компьютера с другим компьютером. Проверить правильность обжима, соединив компьютеры обжатым кабелем и выполнив соответствующие настройки.

1.1.6 Оформить отчет в соответствии с требованиями стандарта АУЭС.

1.2 Общие рекомендации к выполнению работы

Физическая среда, по которой возможно распространение информационных сигналов в виде различного рода импульсов, называется средой передачи данных. Выделяют два основных типа физических соединений: соединения с помощью кабеля и беспроводные соединения. Технические характеристики среды передачи влияют на такие параметры сетей как максимальное расстояние и максимальная скорость передачи данных.

В современных компьютерных сетях используются три типа кабеля: коаксиальный кабель (coaxial cable), витая пара (twisted pair) и оптоволоконный кабель (fiber optic), которые отличаются друг от друга внутренним устройством и обладают рядом технических характеристик (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Технические характеристики кабелей

Тип кабеля	Характеристика	
	Максимальное расстояние передачи	Максимальная скорость передачи
Коаксиальный кабель	185 – 500 м	10 Мбит/с
"Витая пара"	30 – 100 м	10 Мбит/с – 1 Гбит/с
Оптоволоконный кабель	2 км	10 Мбит/с – 2 Гбит/с

Все устройства, используемые для подключения к физической среде передачи данных, оснащены портами, которые можно разделить на два типа (рисунок 1.1):

- MDI (Medium Dependent Interface - интерфейс, зависящий от среды);
- MDI-X (Medium Dependent Interface crossover - интерфейс, зависящий от среды, с перекрещиванием).

В каждом из портов пары контактов 1-2 и 3-6 имеют разное назначение, т.е. меняются местами. В порту MDI пара 1-2 - это контакты передатчика данных (Tx), а пара 3-6 - приемника (Rx), в порту MDI-X наоборот: пара 1-2 - контакты приемника (Rx), а 3-6 - передатчика (Tx). Для соединения двух устройств передатчик (Tx) одного устройства необходимо соединить с приемником (Rx) другого устройства.

Портами MDI оснащено большинство сетевых адаптеров и прочих устройств. Портами MDI-X оснащаются такие устройства, как коммутаторы, чтобы при подключении к ним какого-либо устройства достаточно было бы обжать витую пару с обеих сторон одинаково, без перекрещивания пар внутри кабеля.

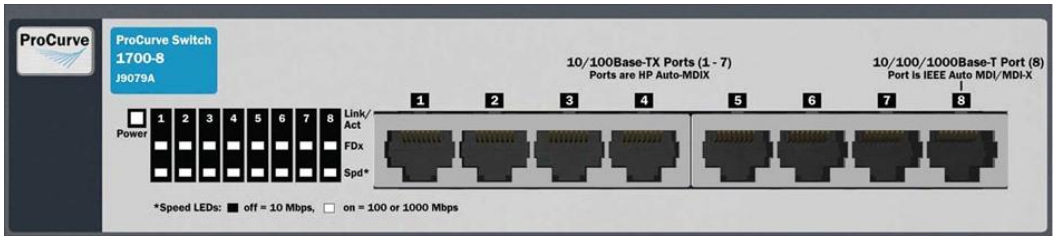


Рисунок 1.1 – Устройство с портом MDI/MDI-X

Физическое устройство порта определяет порядок следования линий связи в виде проводов витой пары в разъеме RJ-45 (рисунок 1.2). По сути, стандартный порт - это отверстие с пазом для фиксации внутри него, в данном случае, разъема RJ-45 и восемью контактами в виде металлических полос, которые совпадают с контактами-полосами на разъеме. Контакты пронумерованы от 1 до 8 и разделяются на пары: 1-2, 3-6, 4-5, 7-8.

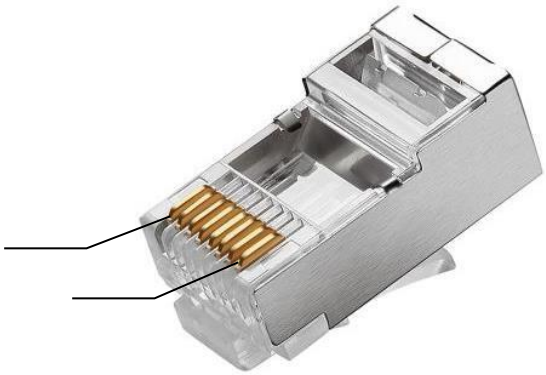


Рисунок 1.2 – Внешний вид коннектора RJ-45 с нумерацией контактов

Разъемы стандарта RJ-45 в зависимости от вида кабеля витой пары бывают:

– экранированными или неэкранированными;
– для одножильных или многожильных витых пар;
– конструктивно выполненными со вставками или без вставок.

Существует два стандарта, в соответствии с которыми определяется расположение проводов в разъемах: EIA/TIA-568A и EIA/TIA-568B (таблица 1.2). Чаще используется стандарт EIA/TIA-568B, но, по большому счету, особой разницы нет. Однако при обжиме кабеля для соединения разных устройств используются либо прямой, либо кросс-линковый порядок обжима витой пары.

Таблица 1.2 – Стандарты разводки кабеля

Стандарт EIA/TIA-568A	Стандарт EIA/TIA-568B

Для стандарта Ethernet (100Base-T) используются четыре жилы (оранжевая и зеленая пара), а оставшиеся четыре зарезервированы для стандарта Gigabit Ethernet (1000Base-T).

Промышленностью выпускается двух- и четырёхпарный кабель для организации сетей. Для высокой скорости передачи данных (1–10 Гб/с) обычно используется четырёхпарный кабель, для передачи до 1 Гб/с — двухпарный. В настоящее время большинство организаций заводят в свои помещения линии со скоростью интернета до 100 Мб/с, но, поскольку скорость в будущем будет возрастать, предпочтительней сразу расшить сеть до четырёх пар, чтобы потом не прокладывать ее заново. Если сеть уже заведена двухпарным кабелем, то применяются те же коннекторы, но с учетом того, что используются только 1,2,3 и 6 контакты. Ниже на рисунках А.1 и А.2 приведены схемы соединений для двух- и четырёхпарного кабеля.

При соединении компьютера с концентратором используется прямой порядок обжима витой пары, т.е. оба конца кабеля обжимаются по одному стандарту.

Если требуется соединить между собой два концентратора, не имеющих переключения uplink/normal, а также для прямого соединения 2-х компьютеров используется кросс-линковый (перекрестный, кроссоверный) порядок обжима витой пары, поскольку существует необходимость в перекрещивании. Такой кабель называется кроссовером (crossover) или нуль-хабным кабелем. В этом случае для обжима концов применяются разные стандарты.

Для обжима кабеля используется специальный обжимной инструмент – кримпер (щипцы или клещи для обжима витой пары). Кримпер позволяет обрезать и зачистить кабель, удалить внешнюю оболочку и обжать коннектор RJ-45. Фактически он заменяет три других инструмента. Конструкция кримпера позволяет выполнить точное позиционирование разъема и обжимной головки. Также в комплект может входить устройство для зачистки круглых кабелей – стриппер (рисунок А.3).

Для проверки правильности обжима коннектора и работоспособности кабеля обычно используется специальный прибор – LAN-тестер (кабельный тестер), показанный на рисунке 1.3. Простые модели тестеров способны выявлять разрывы, короткие замыкания, перекресты проводников, более сложные определяют пропускную способность сегмента путем замера скорости, уровня угасания сигнала и т. д. Для определения исправности кабельной линии достаточно тестера с минимальным набором функций.

Рисунок 1.3 – LAN-тестер для диагностики кабеля

Обычный LAN-тестер представляет собой набор из двух модулей: master (основной) и remote (удаленный), снабженные светодиодными индикаторами — 1-8 соответствуют числу пар плюс земля (обозначена буквой G). К каждому модулю подключают конец проверяемого кабеля. При целостности проводника соответствующие ему индикаторы мигают зеленым

светом, а если жилы перепутаны или замкнуты накоротко — индикаторы светятся красным. При обрыве свечения не будет.

При прокладке и обжимке витой пары следует придерживаться следующих правил:

- несмотря на то, что при замене пары одного цвета на пару другого цвета, сеть будет работать и на ней, не следует пренебрегать стандартами;
- при зачистке кабеля расплетение витых пар не должно превышать 12,5 мм;
- слишком длинные жилы, оставленные при обжиме (рисунок 1.4а), приводят к незащищенности расстояния от коннектора до оплетки, а кабель при этом теряет прочность;
- слишком коротко срезанные жилы (см. рисунок 1.4б), несмотря на то, что оплетка входит в коннектор, не позволяют создать контакт с ним;

а) б)

а - слишком длинные жилы; б - коротко срезанные жилы.

Рисунок 1.4 – Неправильный обжим кабеля.

- не следует снимать изоляцию с каждого провода;
- чрезмерная кривизна в местах изгиба может привести к уменьшению сопротивляемости наводкам или к разрушению кабеля;
- при прокладке экранированной витой пары необходимо следить за целостностью экрана по всей длине кабеля.

1.3 Контрольные вопросы

1.3.1 Что представляет собой физическая среда передачи данных?

1.3.2 Какое устройство используется для физического соединения компьютера с сетью?

1.3.3 В чем заключается различие между портами MDI и MDI-X?

1.3.4 Какой способ обжима кабеля используется при подключении компьютера к коммутатору и почему?

1.3.5 В чем заключается различие между стандартами разводки кабеля?

1.3.6 В каком случае используются сетевые кабели с перекрестным обжимом?

1.3.7 Каковы особенности обжима двухпарного кабеля?

1.3.8 Как проверить правильность обжима сетевого кабеля?

1.3.9 Каких правил следует придерживаться при обжиме кабеля?

1.3.10 В чем заключается настройка IP-протокола при объединении компьютеров в сеть?

2 Лабораторная работа № 2. Расчет длины сетевого кабеля

Цель: изучить методы расчета длины кабеля для горизонтальной подсистемы.

2.1 Задание к лабораторной работе

2.1.1 В соответствии с выбранным вариантом задания (таблица Б.1) выполнить чертеж помещений с указанием размеров.

2.1.2 Разместить на плане указанное в варианте оборудование (рабочие места и сетевое оборудование).

2.1.3 Указать на плане, как именно будет проложен кабель.

2.1.4 Выполнить расчеты расхода витой пары эмпирическим методом и методом суммирования. Сравнить полученные результаты и сделать выводы о погрешностях методов.

2.1.5 Оформить отчет в соответствии с требованиями стандарта АУЭС.

2.2 Общие рекомендации к выполнению работы

Чтобы рассчитать ожидаемый расход кабеля типа «витая пара» при проектировании локально-вычислительной сети не обязательно досконально высчитывать расстояния от коммутационного шкафа до каждого рабочего места, учитывая при этом спуски, подъемы и повороты при прокладке кабеля. Кроме того, достаточно представления упрощённой схемы помещения с указанием его размеров.

Для горизонтальной подсистемы существуют два основных метода вычисления длины кабеля:

- метод суммирования, который заключается в подсчете длины трассы каждого горизонтального кабеля с последующим сложением этих длин. К полученному результату добавляется технологический запас (до 10%), а также запас для выполнения кабельной разделки в розетках (0,6-1,0 м). Достоинством метода является высокая точность, но при отсутствии средств автоматизации и проектировании структурированной кабельной системы (СКС) с большим количеством портов этот подход оказывается слишком трудоемким;

- эмпирический метод заключается в том, чтобы применить эмпирическую формулу, которая поможет рассчитать общую горизонтальную кабельную длину, затрачиваемую для создания СКС. Применяется в случае, когда рабочих мест больше 30 и нужно рассчитать среднюю длину расхода витой пары. Формула выглядит следующим образом:

$$L_{ср} = (L_{мин} + L_{макс}) / 2 * 1.1 + X, \quad (2.1)$$

где $L_{мин}$ и $L_{макс}$ – длины самой короткой и самой длинной кабельной линии;

X - запас для кабельной разделки (от 0,6 до 1,0 м).

Затем рассчитывается количество пробросов с одной упаковки кабеля по формуле:

$$N = L_{кат} / L_{ср}, \quad (2.2)$$

где $L_{кат}$ – длина кабеля в катушке (100, 305, 500 или 1000 м).

Полученное значение нужно округлить до целого минимального показателя. После чего подсчитывается количество портов и делится на количество пробросов в одной упаковке. Полученное значение округляется до большего из ближайших, а полученная цифра умножается на кабельную длину.

2.3 Контрольные вопросы

2.3.1 Что представляет собой физическая среда передачи данных?

2.3.2 Перечислите и охарактеризуйте известные способы коммутации.

2.3.3 Перечислите основные характеристики кабелей.

2.3.4 Какие категории витой пары известны?

2.3.5 Что представляет собой СКС?

2.3.6 Перечислите характеристики разных типов кабелей.

2.3.7 В чем заключается метод суммирования?

2.3.8 В каком случае имеет смысл использовать эмпирический метод?

2.3.9 Как изменится погрешность в расчетах (двумя методами) при увеличении количества оборудования?

2.3.10 Как топология влияет на расход кабеля?

3 Лабораторная работа № 3. Арифметико-логические основы компьютеров

Цель: изучить методики перевода целых и дробных чисел из одной системы счисления в другую, а также получения отрицательного целого числа.

3.1 Задание к лабораторной работе

В соответствии с выбранным вариантом задания (таблица Б.2):

3.1.1 Выполнить перевод целого числа A в указанные системы счисления с последующей проверкой.

3.1.2 Выполнить перевод дробного числа B в указанную систему счисления.

3.1.3 Для целого числа C получить отрицательное число с последующей проверкой.

3.1.4 Разработать алгоритм перевода и программу на любом доступном языке программирования и выполнить задания пп 3.1.1 – 3.1.3.

3.1.5 Оформить отчет в соответствии с требованиями стандарта АУЭС.

3.2 Общие рекомендации к выполнению работы

3.2.1 Алгоритм перевода целого десятичного числа в любую другую систему счисления (рисунок 3.1):

- выполнять деление исходного десятичного числа на основание целевой системы счисления до тех пор, пока в остатке не будет получено число меньшее, чем основание целевой системы;
- записать полученные остатки от деления в обратном порядке.

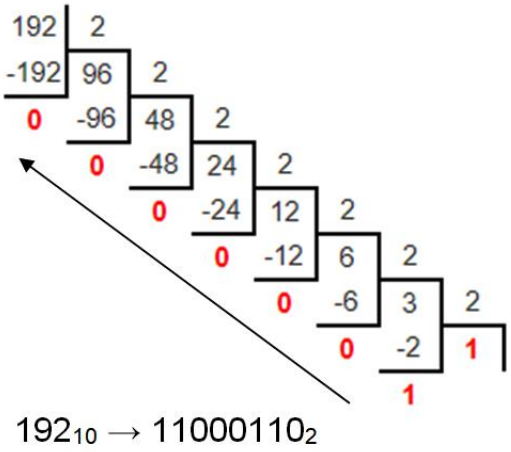


Рисунок 3.1 – Пример перевода числа 192_{10} в двоичную систему счисления

3.2.2 При переводе десятичного числа в восьмиричную или шестнадцатиричную системы можно воспользоваться алгоритмом 3.2.1, сразу выполнив деление десятичного числа на основание целевой системы (8 или 16 соответственно). Причем, при переводе в шестнадцатиричную систему следует помнить, что остаток 10 соответствует цифре *A*, 11 – *B*, 12 – *C*, 13 - *D*, 14 – *E*, 15 – *F* шестнадцатиричного кода.

Для упрощения процедуры перевода десятичного числа в восьмиричную или шестнадцатиричную системы достаточно перевести исходное число в бинарный код, а затем, разделив результат на триады или тетрады соответственно, воспользоваться таблицей записи чисел в различных системах счисления (таблица В.1).

Например, при переводе числа 11010001110_2 из двоичной в шестнадцатеричную систему исходный код нужно разделить на тетрады:

$$11010001110_2 = 0110 \mid \ 1000 \ \mid 1110 \ ,$$

а затем найти соответствующий им код в таблице В.1, т.е.

$$0110_2 \rightarrow 6_{16} \ , \ 1000_2 \rightarrow 8_{16} \ , \ 1110_2 \rightarrow E_{16} \ .$$

В результате имеем $11010001110_2 \rightarrow 68E_{16}$.

3.2.3 В общем случае количественный эквивалент некоторого положительного числа A в позиционной системе счисления можно представить выражением:

$$A_p = a_{n-1} \cdot p^{n-1} + a_{n-2} \cdot p^{n-2} + \ldots + a_2 \cdot p^2 + a_1 \cdot p^1 + a_0 p^0, \qquad (3.1)$$

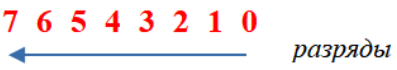
где p - основание системы счисления (целое положительное число);

a - цифра системы счисления;

n - номер старшего разряда числа.

Тогда алгоритм перевода из двоичной системы счисления в десятичную будет выглядеть следующим образом:

- надписать над числом разряды справа налево (см. рисунок 3.2);
- каждую цифру исходного числа умножить на основание исходной системы (p=2) в степени ее разряда;
- просуммировать полученные результаты.



$1\,1\,0\,0\,0\,1\,1\,0_2$

$$11000110_2 \rightarrow 1\cdot2^7+1\cdot2^6+0\cdot2^5+0\cdot2^4+0\cdot2^3+1\cdot2^2+1\cdot2^1+0\cdot2^0 = 192_{10}$$

Рисунок 3.2 – Пример перевода числа из двоичной системы счисления в десятичную

Алгоритмы 3.2.1 и 3.2.3 могут использоваться для взаимной проверки результатов.

3.2.4 Алгоритм получения отрицательного числа.

Байты, слова или двойные слова, как правило, используются для представления целых положительных чисел - от 0 до 255, 65 535 или 4 294 967 295 соответственно. Чтобы применять те же самые байты или слова для представления отрицательных чисел, существует специальная операция - дополнение до двух. Для изменения знака числа выполняют инверсию, а затем прибавляют единицу.

Например, известно, что $150_{10} = 0096_{16} = 0000\ 0000\ 1001\ 0110_2$. Применив инверсию, получим число $1111\ 1111\ 0110\ 1001_2$. Добавим к нему единицу:

$$\begin{array}{rr} & 1111\ 1111\ 0110\ 1001_2 \\ + & \underline{\qquad\qquad\qquad\quad 1} \\ & 1111\ 1111\ 0110\ 1010_2. \end{array}$$

Переведем полученное число в шестнадцатиричную систему:

$$1111\ 1111\ 0110\ 1010_2 \rightarrow OFF6A_{16}\ .$$

Если полученное число на самом деле равно -150, то сумма чисел +150 и -150 должна быть равна нулю, т.е.:

$$+150 + (-150) = 0096_{16} + OFF6A_{16}$$

или

$$\begin{array}{rr} & 1111\ 1111\ 0110\ 1001_2 \\ + & 1111\ 1111\ 0110\ 1010_2 \\ \hline & 1\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000_2 \end{array}$$

Единица в 16-м разряде, которая не помещается в слово, доказывает, что сумма действительно равна нулю. В данном формате старший (7-й, 15-й, 31-й для байта, слова, двойного слова) бит всегда соответствует знаку числа: *0* - для положительных чисел и *1* - для отрицательных. Таким образом, схема с использованием дополнения до двух выделяет для положительных и отрицательных чисел равные диапазоны:

-128 ... +127 - для байтов,

-32 768 ... +32 767 - для слов,

-2 147 483 648 ... +2 147 483 647 - для двойных слов.

3.2.5 Алгоритмы перевода дробных чисел.

Иногда необходимо выполнить перевод в различные системы счисления не только целых чисел, но и дробных чисел, которые необходимы при программировании алгоритмов, использующих операции с плавающей точкой. Рассмотрим наиболее часто используемые на практике способы перевода дробных чисел.

1) Преобразуем формулу (3.1) к виду:

$$A_p = a_{n-1} \cdot p^{n-1} + a_{n-2} \cdot p^{n-2} + \ldots + a_1 \cdot p^1 + a_0 p^0 + a_{-1} \cdot p^{-1} + a_{-2} \cdot p^{-2} + \ldots + a_{-n} \cdot p^{-n}. \quad (3.2)$$

Из формулы 3.2 видно, что при использовании алгоритма 3.2.3, не составит труда вычислить целую часть десятичной дроби, а для вычисления дробной части выражения удобно использовать таблицу В.2.

2) При переводе дробного числа из десятичной в шестнадцатеричную (восьмиричную) систему счисления целесообразно предварительно перевести число в двоичную систему, а затем двоичное представление разбить на тетрады (триады) отдельно до разделительной запятой и после запятой и использовать алгоритм 3.2.2 (рисунок 3.3). Разбиение на тетрады (триады) двоичных разрядов целой части производят от запятой в сторону старших разрядов. Неполную старшую тетраду (триаду) дополняют слева нулями. Разряды дробной части, наоборот, разбивают на тетрады (триады) от запятой вправо к младшим разрядам. Если последняя тетрада (триада) неполная, то ее дополняют нулями справа.

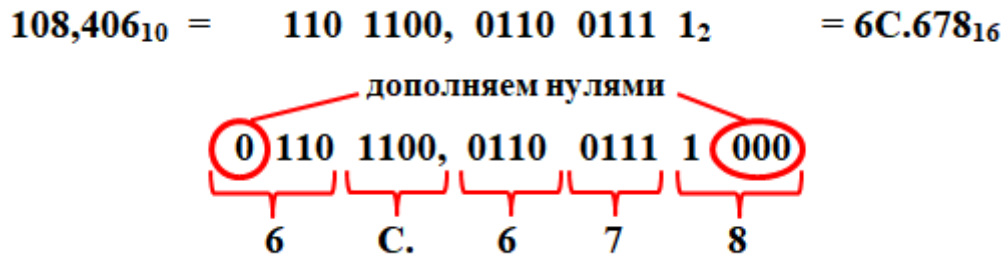


Рисунок 3.3 - Пример перевода десятичного числа в шестнадцатеричную систему счисления

3) Общий алгоритм перевода десятичной дроби в другую систему счисления:

- выделить целую часть десятичной дроби и выполнить ее перевод в выбранную систему счисления;
- выделить дробную часть и умножить ее на основание выбранной новой системы счисления;
- в полученной после умножения дробной части десятичной дроби выделить целую часть и принять ее в качестве значения первого после запятой разряда числа в новой системе счисления;
- если дробная часть значения, полученного после умножения, равна нулю или достигнута необходимая точность вычисления, то прекратить процесс перевода.

3.3 Контрольные вопросы

3.3.1 Какие системы счисления относятся к позиционным?

3.3.2 Приведите пример непозиционной системы счисления.

3.3.3 Какой алгоритм используется при переводе целых чисел из десятичной системы счисления в другую систему?

3.3.4 Какие системы счисления используются в компьютерах?

3.3.5 Как получить отрицательное число в двоичной системе счисления?

3.3.6 По какому принципу формируется таблица записей чисел в разных системах счисления?

3.3.7 Выполните перевод числа 5567_{10} в 18-ричную систему счисления, используя подходящий алгоритм перевода.

3.3.8 В чем заключается особенность перевода дробных чисел?

3.3.9 Возможно ли проверить точность перевода дробного числа из десятичной в двоичную систему счисления? Поясните ответ.

3.3.10 Как осуществить перевод текста в двоичный код?

4 Лабораторная работа № 4. Адресация компьютеров в Интернет

Цель: изучить способы адресации компьютеров в глобальной сети Интернет и алгоритмы вычисления основных характеристик по IP-адресу.

4.1 Задание к лабораторной работе

4.1.1 По указанному в таблице Б.3 IP-адресу и маске определить класс сети и вычислить ее адрес. Используя методики, определить адрес рабочего хоста и количество рабочих узлов.

4.1.2 Все переводы из одной системы счисления в другую выполнить вручную. Пояснить свои действия. Выполнить проверку с помощью IP Калькулятора подсетей http://infocisco.ru/ip_calculator.php или другого аналогичного доступного программного обеспечения.

4.1.3 Оформить отчет в соответствии с требованиями стандарта АУЭС.

4.2 Общие рекомендации к выполнению работы

4.2.1 Алгоритм вычисления адреса сети:

- перевести каждое из чисел в IP-адресе и маске в двоичную систему;
- выполнить поразрядную конъюнкцию IP-адреса компьютера в сети и его маски, перевести каждый октет в десятичную систему.

4.2.2 Алгоритм вычисления номера узла в сети:

- перевести каждое из чисел в маске и IP-адресе в двоичную систему;
- отсчитать в маске сети количество нулевых бит;
- отсчитать в IP-адресе такое же количество последних бит и перевести это число в десятичную систему.

4.2.3 Количество компьютеров в сети:

$$K = 2^n - 2, \tag{4.1}$$

где n – количество нулевых бит в маске.

Пример использования алгоритмов показан на рисунке 4.1.

4.2.4 Определение класса сети.

В соответствии с размерами компьютерных сетей определено пять классов IP-адресов. Класс IP-адреса определяет, какие биты относятся к идентификатору сети, а какие - к идентификатору узла, а также максимально возможное количество узлов в сети. Класс идентифицируют по значению его первого октета. Класс сети можно определить по таблице Г.1.

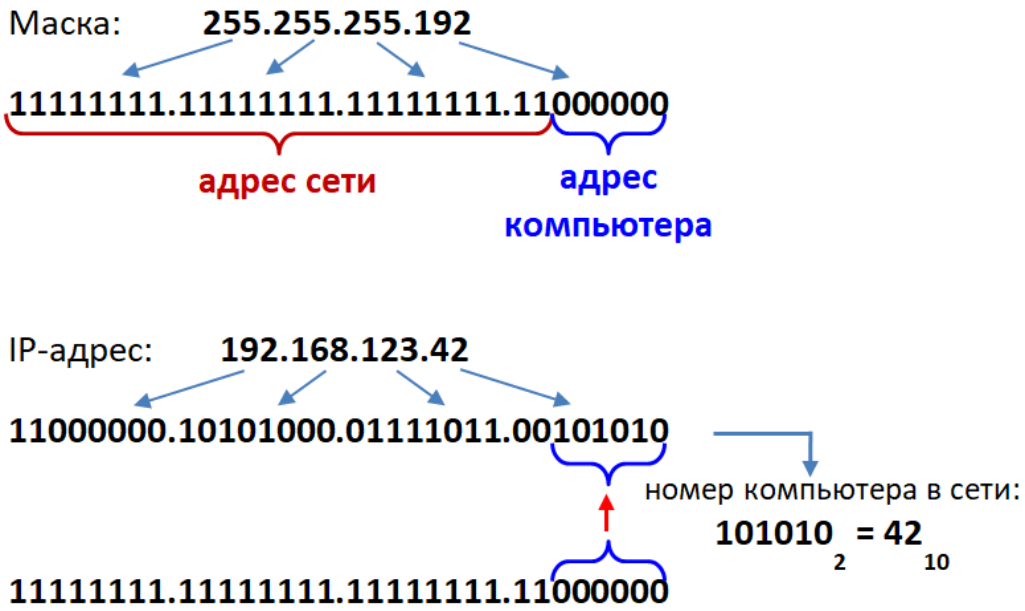


Рисунок 4.1 – Использование расчетных алгоритмов

4.3 Контрольные вопросы

4.3.1 Перечислите способы адресации компьютеров в Internet.

4.3.2 Что понимается под маской сети?

4.3.3 Что представляет собой IP-адрес?

4.3.4 Что такое сетевой префикс?

4.3.5 Какие классы сетей определены в соответствии с их размерами?

4.3.6 Как определить класс сети по IP-адресу?

4.3.7 Сотруднику фирмы продиктовали по телефону IP-адрес компьютера. Сотрудник записал этот адрес, но не поставил разделительные точки: 2123281115. Восстановите IP-адрес.

4.3.8 Для подсети используется маска 255.255.255.128. Сколько различных адресов компьютеров теоретически допускает эта маска?

4.3.9 Определите широковещательный адрес сети, если заданы: маска подсети - 255.255.248.0 и IP-адрес компьютера - 112.154.133.20.

4.3.10 Определите общее количество узлов в сети, если используется маска 255.255.0.0.

5 Лабораторная работа № 5. Использование командной строки для проверки связи

Цель: приобрести навыки проверки связи с помощью служебных команд, используя командную строку Windows.

5.1 Задание к лабораторной работе

5.1.1 Используя справочную систему Windows, изучить назначение и особенности использования команд *ping*, *tracert*, *route*, *ipconfig*, *netstat* и *arp*.

5.1.2 Применить изученные команды для установления состояния связи на лабораторном компьютере. Подтвердить скриншотами результаты, полученные при использовании команд.

5.1.3 Выполнить проверку скорости интернет-соединения на лабораторном и домашнем компьютерах с помощью любой тестовой онлайн-программы (например, используя *http://www.speedtest.net/ru*, *http://pr-cy.ru/speed_test_internet* или другие). Сравнить и объяснить результаты.

5.1.4 Оформить отчет в соответствии с требованиями стандарта АУЭС.

5.2 Общие рекомендации к выполнению работы

5.2.1 Основные команды, используемые для проверки состояния сети.

- команда *ping* проверяет наличие физической связи между двумя системами в сети и выдает информацию о том, сколько времени (в миллисекундах) заняла операция, а также сообщает об ошибке. Для обмена пакетами с удаленной системой использует протокол ICMP;

- команда *tracert* предназначена для определения маршрутов следования данных в сетях TCP/IP;

- команда *ipconfig* позволяет получить информацию обо всех сетевых картах системы и установленных связях PPP. В базовую информацию входит IP-адрес; маска подсети; шлюз по умолчанию; серверы DNS; домен;

- команда *netstat –r* выводит таблицу маршрутизации, которая поддерживается данным узлом;

- команда *netstat –s* используется для просмотра статистики обмена данными по специальным портам протоколов UDP, ICMP, TCP, IP, а также может быть полезна при диагностике проблем со связью, возникающих из-за перегрузки сети;

- команда *arp* осуществляет отображение и изменение таблиц преобразования IP-адресов в физические, используемые протоколом разрешения адресов Address Resolution Protocol;

- команда *route* выводит на экран все содержимое таблицы IP-маршрутизации и изменяет записи.

5.2.2 Проверка скорости интернет-соединения.

Высокая скорость подключения к интернету сегодня является одной из важнейших составляющих для обеспечения комфортной и качественной работы в сети.

Скорость подключения варьируется в зависимости от многих факторов: вида линии связи, провайдера, количества посетителей и т.д. На качество сигнала могут влиять физический препятствия, которые могут существенно ослаблять сигнал, расположение роутера, внешняя среда. Поэтому использование различных онлайн-тестов скорости интернет позволяет самостоятельно проверить состояние канала, измерить его функциональные возможности и выявить реальную скорость связи.

Для проверки скорости интернет-соединения необходимо выполнить следующие действия:

- подключить интернет-кабель напрямую к компьютеру, т.к. при использовании беспроводного подключения результаты могут быть некорректны;

- на период тестирования следует отключить firewall, антивирус, приостановить загрузку файлов и работу torrent-клиента;

- запустить тест.

Нужно учитывать, что результаты могут зависеть не только от среды передачи данных, но и от мощности используемого при тестировании компьютера. Как правило, онлайн-тесты позволяют получить результаты информационного характера и не предназначены для окончательной оценки скорости доступа.

5.3 Контрольные вопросы

5.3.1 Какие команды используются для подключения к справочной системе Windows?

5.3.2 Как организовать доступ к командной строке?

5.3.3 Какие характеристики сети позволяет определить команда *ipconfig*?

5.3.4 С какой целью используется команда *netstat*?

5.3.5 С какой целью используется команда *ping*?

5.3.6 С помощью какой команды можно определить IP-адрес компьютера и маску подсети?

5.3.7 С какой целью используется команда *route*?

5.3.8 Какая команда используется для определения маршрутов следования данных в сетях TCP/IP? Поясните особенности использования в команде ключей.

5.3.9 Какие факторы влияют на скорость интернет-соединения?

5.3.10 Как можно определить входящую и исходящую скорости интернет-соединения?

6 Лабораторная работа № 6. Поиск оптимального маршрута по критерию пропускной способности коммуникационной сети

Цель: получить практические навыки построения метрики маршрута, а также разработки плана распределения информации для заданной топологии сети по разным критериям.

6.1 Задание к лабораторной работе

6.1.1 В соответствии с выбранным вариантом задания (таблица Б.4) определить для указанной топологии метрики маршрутов от узла *A* к узлу *B*.

6.1.2 Найти оптимальный маршрут от узла *A* к узлу *B* для заданной топологии, по критерию пропускной способности сети.

6.1.3 Сформировать план распределения информации для заданной топологии по количеству транзитных узлов и по скорости передачи данных. Сравнить полученные результаты.

6.1.4 Написать программу поиска оптимального маршрута в сети, реализованного по следующим критериям: минимального количества узлов коммутации и максимальной скорости передачи данных.

6.1.5 Оформить отчет в соответствии с требованиями стандарта АУЭС.

6.2 Общие рекомендации к выполнению работы

Список узлов коммутации, каналов и линий связи в сети, от узла отправителя к узлу получателю называется маршрутом. Пусть задана сеть (рисунок 6.1), в которой узлы связаны между собой линиями связи. Если от узла 1 к узлу 5 организована передача данных, то узел 1 называется отправителем, узел 5 – получателем, при этом в качестве транзитных выступают узлы 2 – 4.

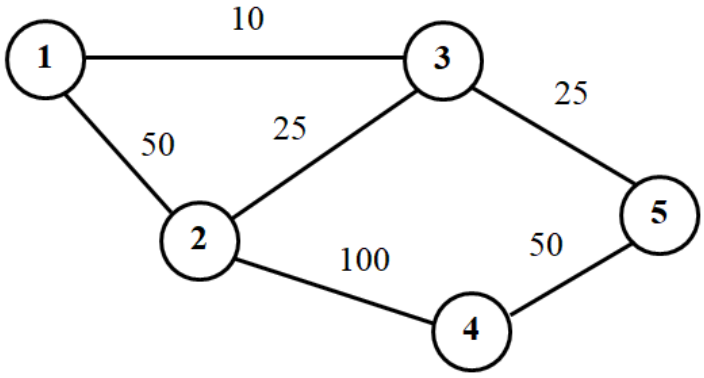


Рисунок 6.1 - Структура сети

Альтернативными маршрутами являются последовательности узлов 1-2-4-5 или 1-3-5. Процедура, которая определяет оптимальный по заданным параметрам маршрут в сети и связи между узлами коммутации, называется маршрутизацией.

Если учитывать только топологию, то целесообразно выбрать маршрут 1-3-5, который имеет наименьшее количество узлов. Однако с учетом пропускной способности выбор оптимального маршрута уже не так очевиден.

Абстрактный способ измерения степени близости между двумя объектами называется метрикой. Для построения метрики, учитывающей пропускную способность, длину каждого участка характеризуют величиной, обратной его пропускной способности. Для этого выбирают некоторую константу, заведомо большую, чем пропускные способности каналов в сети, или равную максимальной пропускной способности всех каналов, или же наименьшее общее кратное пропускных способностей всех каналов. В таблице 6.1 показан пример расчета метрик каналов для структуры сети, изображенной на рисунке 6.1. Метрика маршрута равна сумме метрик составляющих его каналов.

Таблица 6.1 - Пример расчета метрик каналов сети

Константа	Канал	Значение метрики
100 Мбит/с	1-2	2
	2-3	4
	3-5	4
	4-5	2
	1-3	10
	2-4	1

Для реализации маршрутизации сети в каждом транзитном узле коммутации, начиная с узла источника, формируется таблица маршрутизации, которая представляет собой матрицу, размерностью (U-1)L_j:

$$M^j = \left\| M_{i,v}^{(j)} \right\|_{(U-1),L_j} = \left(\overline{m_1^{(j)}}, \dots, \overline{m_i^{(j)}}, \dots, \overline{m_{(j-1)}^{(j)}}, \overline{m_{(j+1)}^{(j)}}, \dots, \overline{m_{(U)}^{(j)}} \right) \quad (6.1)$$

$$\overline{m_1^j} = \left(\overline{m_1^{(j)}}, \dots, \overline{m_v^{(j)}}, \dots, \overline{m_{1L_j}^{(j)}} \right); v = \overline{1,L}; i = j = \overline{1,U};\ i \neq j, \quad (6.2)$$

где U – количество узлов коммутации в сети;

L_j – количество исходящих линий связи из j-го узла коммутации.

Матрица M^j определяет, какую исходящую линию связи желательно выбрать из j-го узла коммутации при поиске маршрута к i-му узлу (узлу получателю). Первый элемент m_{i1}^j вектор-строки формулы (2) указывает номер исходящей линии связи из j-го узла коммутации к смежному узлу коммутации, которую целесообразно выбрать для организации маршрута к i-му узлу коммутации (узлу получателю). Второй элемент формулы (2) указывает номер следующей исходящей линии связи из j-го узла коммутации к другому смежному узлу коммутации, которая менее предпочтительна для организации искомого маршрута. И так до Lj-го элемента вектор-строки (2). В данном случае: m_{i1}^j – исходящая линия связи выбора L смежных линий связи из j-го узла.

Для 4-го узла коммутации строки матрицы маршрутизации (рисунок 6.1) соответственно будут равны:

$$\overline{m_1^4} = (2,5);\ \overline{m_2^4} = (2,5);\ \overline{m_3^4} = (2,5);\ \overline{m_5^4} = (5,2).$$

При поиске маршрута от узла коммутации 4 к узлу коммутации 1 необходимо обратиться к вектор-строке $\overline{m_1^4} = (2,5)$. Исходящая линия связи к узлу коммутации 2 является более предпочтительной, так как она ведет непосредственно к искомому узлу, следовательно, является исходящей линией связи первого выбора. Соответственно, исходящая линия связи к узлу 5 является исходящими линиями связи второго выбора. Для того чтобы была

возможность определять маршруты между любой парой узлов коммутации, необходимо построить таблицы маршрутизации в каждом узле сети. Совокупность таблиц маршрутизации для всех узлов коммутации называется планом распределения информации в сети.

Если в качестве критерия выбрать максимальную скорость передачи данных, то план распределения информации для топологии сети, показанной на рисунке 6.1, будет выглядеть следующим образом:

$$M^1 = \begin{matrix}2\\3\\4\\5\end{matrix}\left|\begin{matrix}2 & 3\\2 & 3\\2 & 3\\2 & 3\end{matrix}\right| \qquad M^2 = \begin{matrix}1\\3\\4\\5\end{matrix}\left|\begin{matrix}1 & 3 & 4\\3 & 4 & 1\\4 & 3 & 1\\4 & 3 & 1\end{matrix}\right| \qquad M^3 = \begin{matrix}1\\2\\4\\5\end{matrix}\left|\begin{matrix}2 & 5 & 1\\2 & 5 & 1\\2 & 5 & 1\\5 & 2 & 1\end{matrix}\right|$$

$$M^4 = \begin{matrix}1\\2\\3\\5\end{matrix}\left|\begin{matrix}2 & 5\\2 & 5\\2 & 5\\5 & 2\end{matrix}\right| \qquad M^5 = \begin{matrix}1\\2\\3\\4\end{matrix}\left|\begin{matrix}4 & 3\\4 & 3\\3 & 4\\4 & 3\end{matrix}\right|$$

Сформировать план распределения информации можно осуществляться и по другим критериям:

- количество транзитных узлов;
- время задержки при передаче данных;
- безопасность узлов связи;
- надёжность узлов связи.

План распределения информации позволяет выбрать маршрут между любой парой узлов, начиная с узла источника и заканчивая узлом получателем. Для этого необходимо из таблицы распределения выбрать линии связи первого выбора, причем, если она не доступна, выбирают линию второго выбора и т.д. Поиск продолжается во всех узлах, участвующих в формировании искомого маршрута, пока не будет определен маршрут между заданной парой узлов. В случае недоступности всех исходящих линий связи в данном узле потребуется либо вернуться на предыдущий узел коммутации и выбрать менее предпочтительную исходящую линию связи, либо дать отказ на невозможность организации искомого маршрута между заданной парой узлов.

Таким образом, маршрутизация состоит из двух этапов:

- этап 1: формирование плана распределения информации в сети связи;
- этап 2: выбор исходящих линий связи в узле коммутации при поиске маршрута между узлами отправителя и получателя.

6.3 Контрольные вопросы

6.3.1 Что называется маршрутом?
6.3.2 Что понимается под маршрутизацией?
6.3.3 Какие маршруты называются альтернативными?
6.3.4 Как рассчитывается метрика маршрута?
6.3.5 Что означают элементы матрицы маршрутизации?

6.3.6 Как формируется таблица маршрутизации?

6.3.7 Что понимается под планом распределения информации в сети?

6.3.8 Какие критерии могут использоваться при формировании плана распределения информации?

6.3.9 Сформируйте план распределения информации по количеству транзитных узлов для топологии, представленной на рисунке 6.1.

6.3.10 Сформируйте план распределения информации по критерию надежности транзитных узлов для топологии, представленной на рисунке 6.1, если известно, что надежность уменьшается в соответствии со списком: 1, 3, 4, 2, 5.

7 Лабораторная работа № 7. Алгоритм Диффи-Хеллмана выработки секретного ключа путем обмена информацией по открытому каналу связи

Цель: изучить алгоритм обмена секретными параметрами криптосистемы по открытому каналу связи.

7.1 Задание к лабораторной работе

7.1.1 Выполнить программную реализацию алгоритма Диффи-Хеллмана; совместно с другими абонентами разработать удобный интерфейс для обмена сообщениями. Следует договориться, кто из абонентов отправителем (абонент *A*), а кто – получателем (абонент *B*).

7.1.2 Выбрать параметры системы a и m - общие для абонентов, совместно генерирующих секретные ключи.

7.1.3 Выбрать секретное значение числа *X*; вычислить $L_0 = a^x \bmod m$ и передать его своим абонентам.

7.1.4 Получить от каждого из своих абонентов значения L_p и K_p.

7.1.5 Вычислить значение $K_0 = L_p^x$.

7.1.6 Убедиться, что $K_0 = K_p$ - секретный ключ, который не передавался по открытому каналу связи.

7.1.7 Абонент *B* должен выполнить те же действия, но относительно сгенерированного им случайного числа *Y*.

Параметры системы и случайные числа *X, Y* генерируются студентами самостоятельно. Обмен ключами проводится по локальной сети аудитории, в которой выполняется лабораторная работа.

7.1.8 Оформить отчет в соответствии с требованиями стандарта АУЭС.

7.2 Общие рекомендации к выполнению работы

Для защиты информации в вычислительных сетях используется такой вид криптографического преобразования, как шифрование, в котором всегда различают два элемента: ключ и алгоритм. При этом ключом является секретное состояние некоторых параметров алгоритма

криптопреобразования сообщений. На практике в зависимости от способа применения ключа различают два типа криптографических систем: *одноключевые* (симметричные), и *двухключевые* (асимметричные).

В одноключевых системах, называемых традиционными, ключи шифрования и расшифрования либо одинаковы, либо легко выводятся один из другого, обеспечивая, таким образом, единый общий ключ. Такой ключ является секретным и передается получателю сообщения только по защищенному каналу связи. Однако при этом имеет место следующий парадокс: если для обмена секретного ключа используется защищенный канал, то нет необходимости шифровать конфиденциальные сообщения, гораздо проще отправить их по этому каналу. Отмеченный парадокс может быть исключен использованием идеи Диффи и Хеллмана, которые предложили способ выработки секретного ключа между абонентами сети без предварительного согласования путем обмена информацией по открытому каналу. Этот способ был предложен Диффи и Хеллманом в 1976 году и опубликован в ряде работ по криптографии. Реализация этого способа привела к появлению открытого шифрования. Абонент сети открыто сообщал о том, каким образом зашифровать к нему сообщение, расшифровать же его мог только он сам.

Основную роль при выработке секретного ключа в данном случае играют математические операции, когда прямая операция сравнительно проста, а обратная – практически трудно реализуема. Например, существует алгоритм вычисления значения функции, а алгоритма обращения функции не существует. Такие функции называются *однонаправленными*.

Прямая операция: возвести основание a в степень p и взять остаток по модулю m вида:

$$L = a^p \bmod m.$$

Обратная задача: найти p, зная L, a и m. Обратная операция при этом может быть решена простым перебором значений p, но практически не решается для больших значений p.

Рассмотрим способ выработки секретного ключа по Диффи-Хеллману, который может быть использован в современных криптографических системах и для разработки моделей средств криптозащиты в локальных вычислительных сетях.

В предлагаемом алгоритме выработки секретного ключа известны основание a и $mod\ m$:

- вводятся a и m;
- отправитель сообщения с помощью генератора случайных чисел получает случайное число $X\ (1<x<m)$, вычисляет значение $L_0 = a^x \bmod m$ и посылает L_0 получателю;
- получатель принимает L_0, с помощью генератора случайных чисел вырабатывает случайное число $Y\ (1<y<m)$, вычисляет значение $L_p = a^y \bmod m$ и посылает L_p отправителю,
- отправитель принимает L_p, вычисляет $K_0 = L_p^{\,x} = a^{yx} \bmod m$;

- получатель с помощью полученного параметра L_0 вычисляет:

$$K_p = L_0^y = a^{xy} \ mod\ m;$$

- если $K_0 = K_p$, то это число и является общим секретным ключом;
- если K_0 не равно K_p, то фиксируется ошибка.

Злоумышленник, перехватив L_0 и L_p,, не знает случайных чисел x и y и не сможет расшифровать исходный текст сообщения.

7.3 Контрольные вопросы

7.3.1 Какие методы обеспечения безопасности комппютерных сетей Вам известны?

7.3.2 Дайте определение симметричной криптосистемы.

7.3.3 В чем отличие симметричных и асимметричных систем шифрования?

7.3.4 Что такое открытое шифрование?

7.3.5 Что понимается под секретным ключом?

7.3.6 Что такое однонаправленные функции?

7.3.7 Какие требования предъявляются к выбору основания a и модуля p?

7.3.8 Что понимается под прямой и обратной операциями?

7.3.9 В чем суть алгоритма Диффи-Хеллмана?

7.3.10 На чем основана секретность ключа, выработанного по методу Диффи-Хеллмана?

Приложение А

Обжим сетевого кабеля

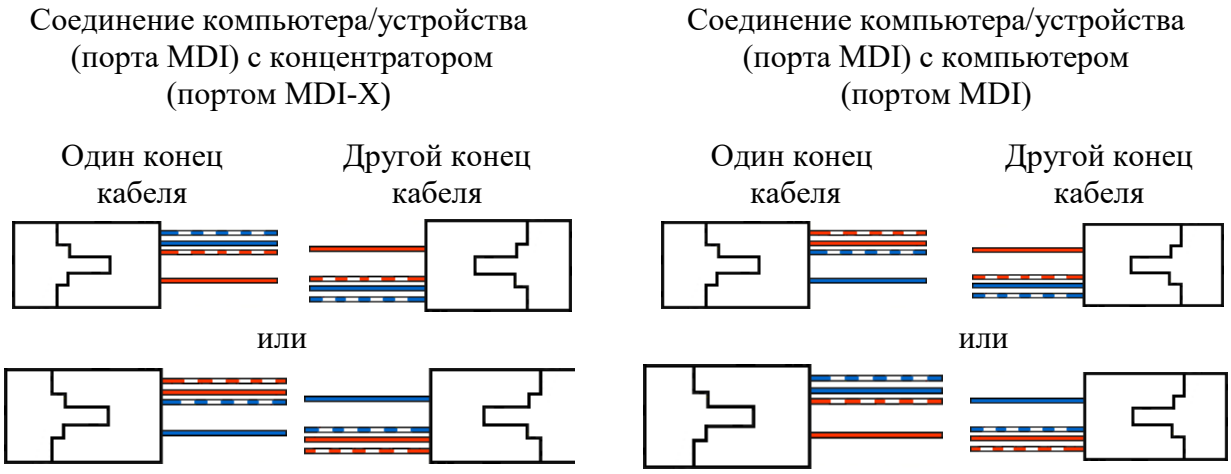


Рисунок А.1 – Схема обжима двухпарного провода для соединения разных устройств

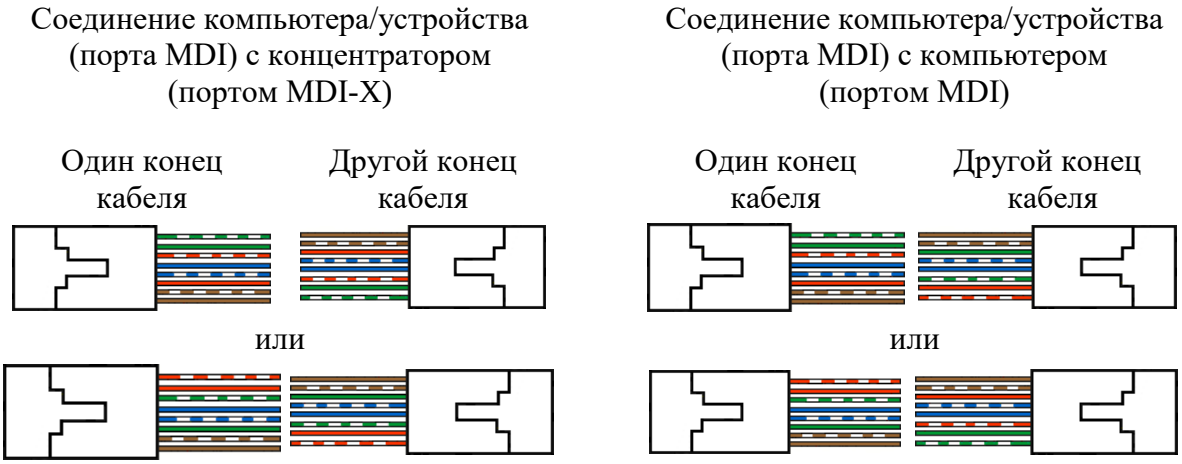


Рисунок А.2 – Схема обжима четырехпарного провода для соединения разных устройств

Рисунок А.3 – Устройства, используемые при обжиме кабеля

Приложение Б

Варианты заданий к лабораторным работам

Таблица Б.1 – Задание к лабораторной работе № 2

№ варианта	Размеры помещения, м	Оборудование, шт
1	50 х 30	компьютеры - 30 концентраторы – 2 принтеры - 2
2	25 х 40	компьютеры - 15 маршрутизаторы - 1 принтеры – 1 сканеры - 1
3	100 х 25	компьютеры - 50 концентраторы – 3 принтеры - 5
4	60 х 30	компьютеры - 30 маршрутизаторы – 1 принтеры - 3
5	35 х 15	компьютеры - 20 концентраторы – 2 маршрутизаторы – 1
6	40 х 25	компьютеры - 15 маршрутизаторы – 1 сканеры -2
7	80 х 30	компьютеры – 40 концентраторы - 3 маршрутизаторы – 1 принтеры - 4
8	50 х 20	компьютеры - 30 концентраторы – 3 принтеры - 3
9	40 х 15	компьютеры - 10 концентраторы – 1 принтеры - 2
10	70 х 35	компьютеры - 35 концентраторы – 4 принтеры - 5
11	70 х 50	компьютеры - 25 концентраторы – 2 сканеры – 2 принтеры - 4
12	45 х 30	компьютеры - 20 концентраторы – 2 принтеры - 3

Окончание таблицы Б.1

№ варианта	Размеры помещения, м	Оборудование, шт
13	55 х 30	компьютеры - 25 концентраторы - 2 принтеры – 3 сканеры - 2
14	40 х 15	компьютеры - 15 концентраторы - 2 принтеры – 2 сканеры - 1
15	60 х 40	компьютеры - 30 концентраторы - 3 принтеры – 5 сканеры - 2
16	65 х 35	компьютеры - 40 концентраторы - 4 принтеры – 6
17	50 х 40	компьютеры - 20 концентраторы - 2 принтеры – 4
18	90 х 30	компьютеры - 50 концентраторы - 4 принтеры – 5 сканеры - 2
19	80 х 40	компьютеры - 40 концентраторы - 3 принтеры – 4
20	90 х 45	компьютеры - 60 концентраторы - 5 принтеры – 8

Таблица Б.2 – Задание к лабораторной работе № 3

№ варианта	$A_2 \rightarrow A_8, A_{10}$	$B_{10} \rightarrow B_2, B_{16}$	$C_{10} \rightarrow (-) C_2$
1	10001101	578,14	2456
2	11101110	213,23	3456
3	11110001	654,89	8764
4	10101011	204,58	6701
5	10101111	930,47	1356
6	11001111	233,99	9733
7	11001100	502,41	4570
8	10101110	754,92	2349
9	10000111	765,29	9461
10	10111101	908,15	4356

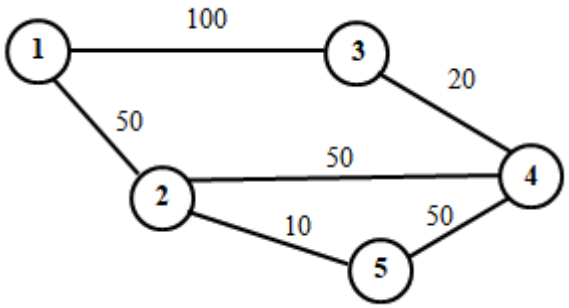
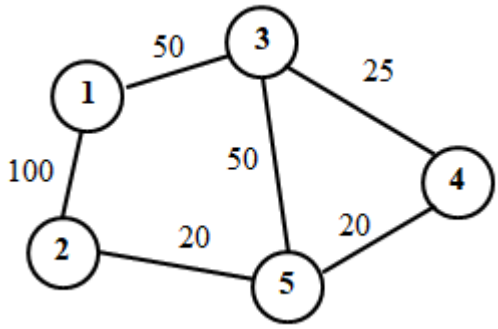
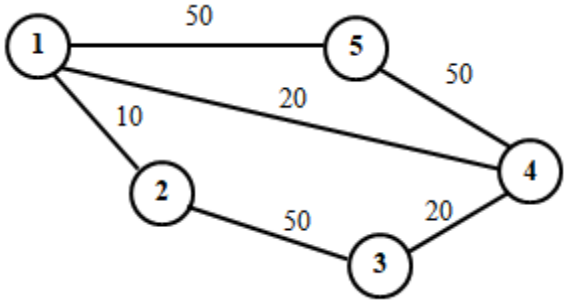
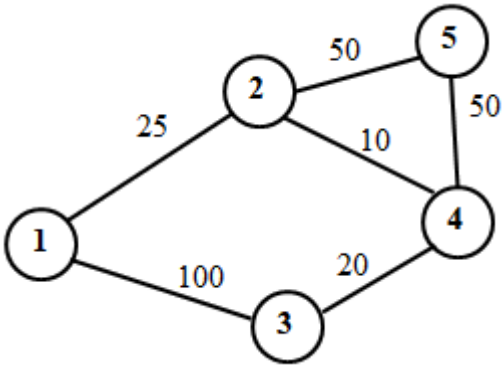
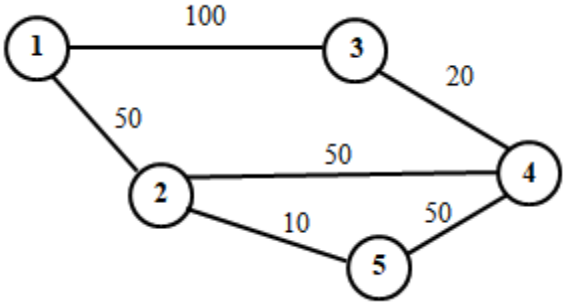
Окончание таблицы Б.2

№ варианта	$A_2 \rightarrow A_8, A_{10}$	$B_{10} \rightarrow B_2, B_{16}$	$C_{10} \rightarrow (-) C_2$
11	11001111	155,93	2054
12	10000110	285,94	5732
13	10001001	839,78	5688
14	11000110	170,45	1206
15	11111110	482,85	8054
16	11111101	687,22	3507
17	10000011	367,59	3485
18	10000010	116,82	2395
19	10011111	793,42	9670
20	10111110	873,68	7657

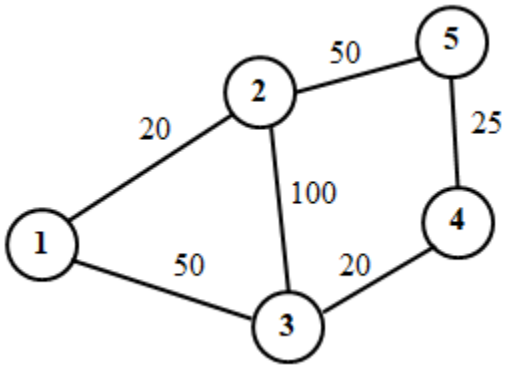
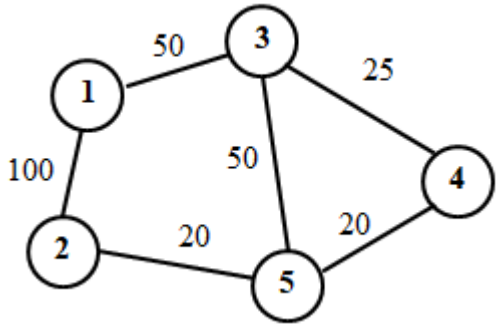
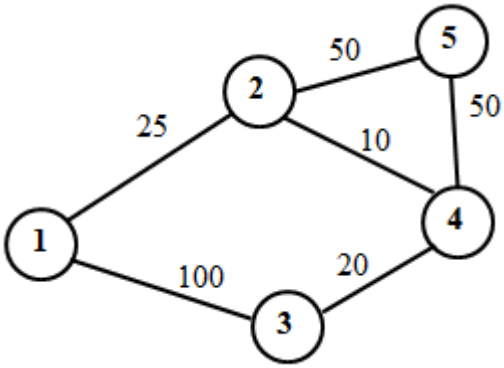
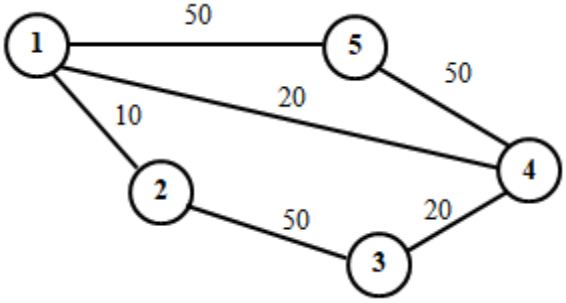
Таблица Б.3 – Задание к лабораторной работе № 4

№ варианта	IP-адрес	Маска
1	182.124.93.171	255.225.0.0
2	168.131.26.110	255.224.0.0
3	192.168.133.147	255.255.225.0
4	221.67.147.29	255.255.255.0
5	192.135.115.89	255.255.215.0
6	168.174.231.90	255.210.0.0
7	192.211.176.39	255.240.225.0
8	192.118.57.201	255.255.224.0
9	168.124.65.130	255.240.0.0
10	172.58.147.190	255.235.0.0
11	212.168.52.211	255.240.215.0
12	172.215.116.28	255.255.0.0
13	168.115.56.129	255.235.0.0
14	192.58.213.155	255.255.230.0
15	172.12.158.201	255.220.0.0
16	192.115.240.90	255.225.248.0
17	172.168.45.124	255.215.0.0
18	131.15.215.98	255.220.0.0
19	198.162.31.180	255.215.230.0
20	196.203.56.113	255.230.240.0

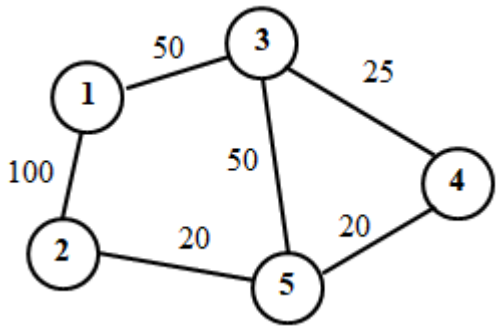
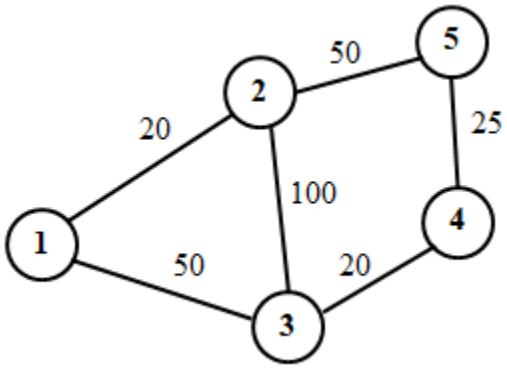
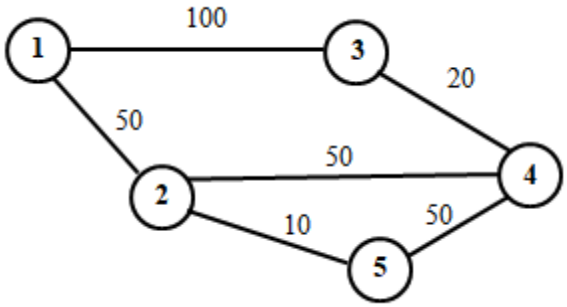
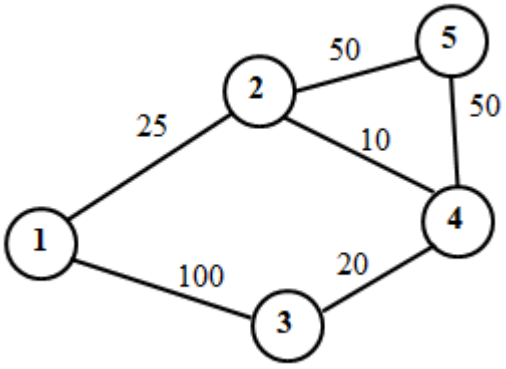
Таблица Б.4 – Задание к лабораторной работе № 6

№ варианта	Топология	Узел А	Узел В
1		1	4
2		1	5
3		4	2
4		4	1
5		2	3

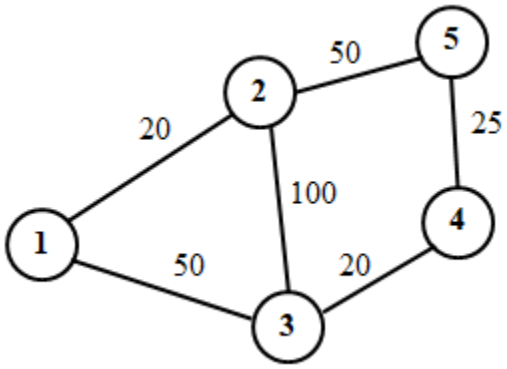
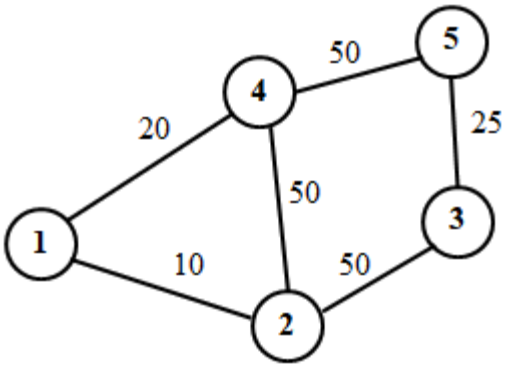
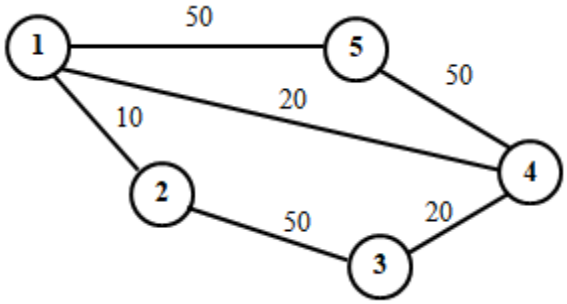
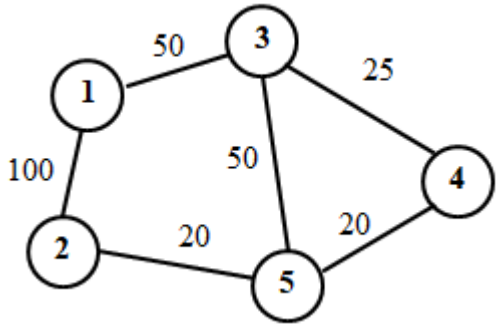
Продолжение таблицы Б.4

№ варианта	Топология	Узел А	Узел В
6		5	1
7		2	3
8		5	3
9		1	3

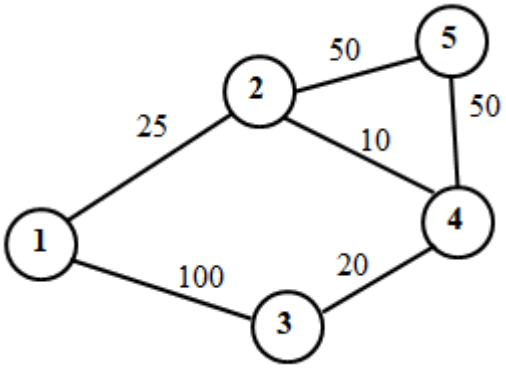
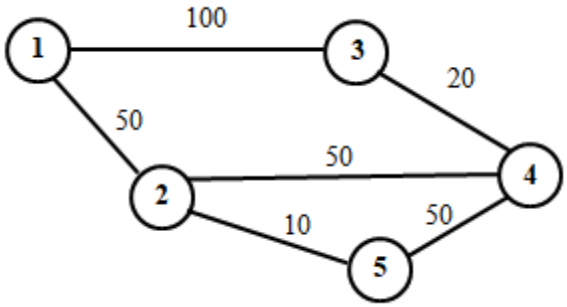
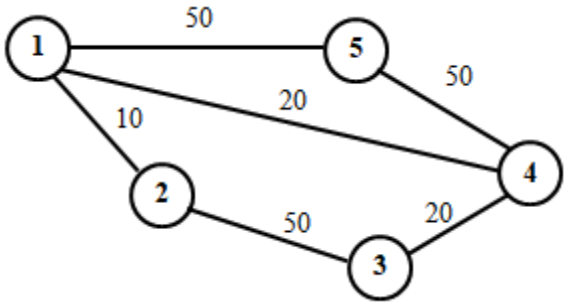
Продолжение таблицы Б.4

№ варианта	Топология	Узел А	Узел В
10		4	1
11		4	1
12		3	5
13		5	1

Продолжение таблицы Б.4

№ варианта	Топология	Узел А	Узел В
14		2	4
15		5	2
16		5	2
17		1	4

Окончание таблицы Б.4

№ варианта	Топология	Узел А	Узел В
18		2	3
19		5	1
20		5	3

Приложение В

Системы счисления

Таблица В.1 - Запись чисел в различных системах счисления

Десятичная система	Двоичная система	Шестнадцатеричная система
0	0000	00
1	0001	01
2	0010	02
3	0011	03
4	0100	04
5	0101	05
6	0110	06
7	0111	07
8	1000	08
9	1001	09
10	1010	0A
11	1011	0B
12	1100	0C
13	1101	0D
14	1110	0E
15	1111	0F

Таблица В.2 - Значения отрицательных степеней по основанию числа 2

Отрицательная степень	Двойка в указанной степени
1	0,5
2	0,25
3	0,125
4	0,0625
5	0,03125
6	0,015625
7	0,0078125

Таблица В.3 - Значения отрицательных степеней по основанию числа 16

Отрицательная степень	Шестнадцать в указанной степени
1	0,0625
2	0,00390625
3	0,000244140625
4	0,0000152587890625
5	0,00000095367431640625
6	0,0000000596046447753906 25
7	0,0000000037252902984619140625

Приложение Г

Адресация в сети Интернет

Таблица В.1 - Классы IP-адресов

Класс	Диапазон значений первого октета	Первые биты первого октета	Сетевые/ хостовые октеты (N=сеть, H=хост)	Маска подсети по умолчанию	Количество сетей	Хостов в каждой подсети (возможные к использованию адреса)
A	1 – 126*	0	N.H.H.H	255.0.0.0	126 ($2^7 - 2$)	16,777,214 ($2^{24} - 2$)
B	128 – 191	10	N.N.H.H	255.255.0.0	16,382 ($2^{14} - 2$)	65,534 ($2^{16} - 2$)
C	192 – 223	110	N.N.N.H	255.255.255.0	2,097,150 ($2^{21} - 2$)	254 ($2^8 - 2$)
D	224 – 239	1110	Зарезервировано для мультикастинга			
E	240 – 254	1111	Зарезервировано, используется для исследований			

Список литературы

1 Новиков Ю.В. Основы локальных сетей. - М.: «Бином», 2014.
2 Шаньгин В.Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей. – М.: 2014.
3 Горнец Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютеры и вычислительные системы. – М.: «Академия», 2012.
4 Малюк А.А. Введение в защиту информации в автоматизированных системах – М., 2011.
5 Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. – СПб.: «Питер», 2008.
6 Олифер В.Г. Сетевые операционные системы. - СПб., 2008.

Содержание

1 Лабораторная работа № 1. Изучение физической среды передачи сигналов по сети. Обжим сетевого кабеля 3
2 Лабораторная работа № 2. Расчет длины сетевого кабеля 8
3 Лабораторная работа № 3. Арифметико-логические основы компьютеров… 9
4 Лабораторная работа № 4. Адресация компьютеров в Интернет 14
5 Лабораторная работа № 5. Использование командной строки для проверки связи 15
6 Лабораторная работа № 6. Поиск оптимального маршрута по критерию пропускной способности коммуникационной сети 17
7 Лабораторная работа № 7. Алгоритм Диффи-Хеллмана выработки секретного ключа путем обмена информацией по открытому каналу связи 21
Приложение А 24
Приложение Б 26
Приложение В 34
Приложение Г 35
Список литературы 36