

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»**

---

**С. С. Владимиров**

**ПРОТОКОЛЫ, СЕРВИСЫ И УСЛУГИ  
В IP-СЕТЯХ**

**Контрольная работа**

**СПб ГУТ)))**

**Санкт-Петербург  
2017**

*Утверждено редакционно-издательским советом СПбГУТ  
в качестве учебного пособия*

**Владимиров, С. С.**

В 57      Протоколы, сервисы и услуги в IP-сетях : контрольная работа /  
С. С. Владимиров ; СПбГУТ. — СПб, 2017. — 35 с.

Учебное пособие призвано ознакомить студентов старших курсов факультета Вечернего и заочного обучения с протоколами и службами IP-сетей. Представленный материал служит справочным и методическим пособием при выполнении контрольной работы по дисциплине «Протоколы, сервисы и услуги в IP-сетях».

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 11.03.02 (210700.62) «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 09.03.01 (230100.62) «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.04 (231000.62) «Программная инженерия».

- © Владимиров С. С., 2017
- © Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», 2017

# Содержание

<b>Задание 1. Оценка избыточности технологий пакетной передачи данных для компьютерных сетей</b>	<b>4</b>
1.1. Цель работы . . . . .	4
1.2. Теоретические сведения . . . . .	4
1.3. Порядок выполнения задания . . . . .	9
1.4. Контрольные вопросы . . . . .	10
<b>Задание 2. Расчет задержек при выборе конфигурации сети Ethernet</b>	<b>11</b>
2.1. Цель работы . . . . .	11
2.2. Теоретические сведения . . . . .	11
2.3. Порядок выполнения задания . . . . .	21
2.4. Контрольные вопросы . . . . .	24
<b>Задание 3. Адресация IPv4</b>	<b>25</b>
3.1. Цель работы . . . . .	25
3.2. Теоретические сведения . . . . .	25
3.3. Порядок выполнения задания . . . . .	25
Бланк к практической работе 3 . . . . .	27
<b>Задание 4. Адресация IPv6</b>	<b>29</b>
4.1. Цель работы . . . . .	29
4.2. Теоретические сведения . . . . .	29
4.3. Порядок выполнения задания . . . . .	29
Бланк к практической работе 4 . . . . .	34

# Задание 1

## Оценка избыточности технологий пакетной передачи данных для компьютерных сетей

### 1.1. Цель работы

Ознакомиться со структурой кадров основных технологий пакетной передачи данных для компьютерных сетей. Научиться разбивать заданный блок данных на кадры и оценивать избыточность полученного набора кадров.

### 1.2. Теоретические сведения

#### 1.2.1. Технология Ethernet. Структура кадра

Ethernet — семейство технологий пакетной передачи данных для компьютерных сетей.

Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде — на канальном уровне модели OSI. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3.

Существует несколько вариантов структуры кадров Ethernet. Далее они будут рассмотрены в порядке их появления.

**Стандарт Ethernet II (DIX<sup>1</sup>)** был опубликован в 1982 г. В 1997 г. году данный стандарт был добавлен IEEE к стандарту 802.3, и на данный момент большинство пакетов в Ethernet сетях построены согласно этому стандарту. Структура кадра Ethernet II показана на рис. 1.1.

Preamble	Dest. MAC	Src. MAC	EtherType	Data	FSC	IFG
8 bytes	6 bytes	6 bytes	2 bytes	46-1500 bytes	4	12

Рис. 1.1. Структура кадра Ethernet II (DIX)

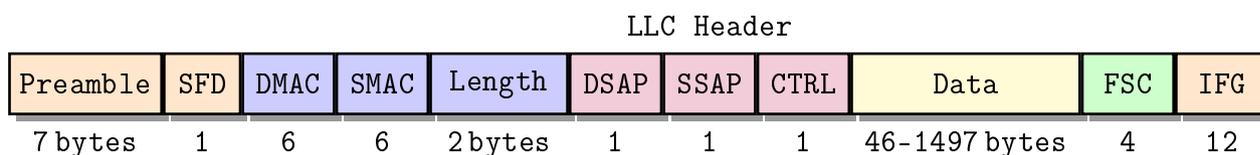
1. Preamble. 8 байт. Преамбула. Используется для синхронизации.
2. Destination MAC. 6 байт. MAC-адрес назначения.
3. Source MAC. 6 байт. MAC-адрес источника.
4. EtherType. 2 байта. Содержит код типа протокола верхнего уровня. Например, 0x0800 для протокола IP.
5. Data. 46–1500 байт. Поле данных. Минимальная длина поля составляет 46 байт, что требуется для корректной работы механизма обнаружения коллизий. Если данных не хватает, то добавляется поле заполнения, чтобы обеспечить минимальную длину поля данных (46 байт).

<sup>1</sup>Аббревиатура первых букв названий фирм-разработчиков DEC, Intel, Xerox

6. Frame Check Sequences (FCS). 4 байта. Контрольная сумма для выявления ошибок передачи. Используется код CRC-32.

7. Inter Frame Gap (IFG). 12 байт. Межкадровый интервал.

**Стандарт Ethernet 802.3/802.2 (802.3 with LLC header)** был разработан комитетом IEEE в 1983 г. (черновик) и принят в 1985 г. Структура кадра Ethernet 802.3/802.2 показана на рис. 1.2.



*Рис. 1.2. Структура кадра Ethernet 802.3/802.2 (802.3 with LLC header)*

1. Preamble. 7 байт. Преамбула. Используется для синхронизации.

2. Start of Frame Delimiter (SFD). 1 байт. Начало ethernet кадра.

3. Destination MAC. 6 байт. MAC-адрес назначения.

4. Source MAC. 6 байт. MAC-адрес источника.

5. Length. 2 байта. Длина фрейма — количество байт, следующее за этим полем и до поля FCS.

6. Destination Service Access Point (DSAP). 1 байт. Указывает тип протокола со стороны отправителя.

7. Source Service Access Point (SSAP). 1 байт. Указывает тип протокола со стороны получателя. На практике DSAP и SSAP обычно совпадают. Например, SAP для IP равен 6.

8. Control. 1 байт (2 байта в управляющих кадрах). Используется для обозначения типа кадра данных — информационный, управляющий или нenumerованный. Кроме этого, в этом поле указываются порядковые номера отправленных и успешно принятых кадров, если подуровень LLC работает по процедуре LLC2 с установлением соединения.

Эти три поля DSAP, SSAP и Control образуют заголовок LLC.

9. Data. 46–1497 байт. Поле данных. Минимальная длина поля составляет 46 байт, что требуется для корректной работы механизма обнаружения коллизий. Если данных не хватает, то добавляется поле заполнения, чтобы обеспечить минимальную длину поля данных (46 байт).

10. Frame Check Sequences (FCS). 4 байта. Контрольная сумма для выявления ошибок передачи. Используется код CRC-32.

11. Inter Frame Gap (IFG). 12 байт. Межкадровый интервал.

**Стандарт Ethernet 802.3 with SNAP header (Ethernet SNAP)** также был разработан комитетом IEEE. Структура кадра Ethernet SNAP показана на рис. 1.3.

Отличия от Ethernet 802.3 with LLC:

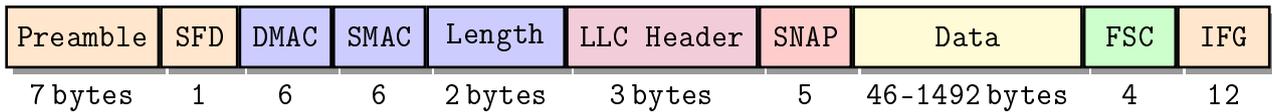


Рис. 1.3. Структура кадра Ethernet 802.3 with SNAP header

1. Subnetwork Access Protocol (SNAP). 5 байт. Состоит из двух частей: Organizationally Unique Identifier (OUI). 3 байта. Идентификатор организации или производителя. Совпадает с первыми 3-мя байтами MAC адреса отправителя.

Protocol ID (PID). 2 байта. Соответствует полю EtherType из Ethernet II. Для указания того, что тип вышестоящего протокола нужно смотреть в поле SNAP, поля DSAP и SSAP принимают фиксированное значение 0xAA.

2. Data. 46–1492 байта. Из-за введения поля SNAP максимальная длина поля данных ограничена 1492 байтами.

**Стандарт Ethernet II with 802.1Q (802.3AC)** предложен комитетом IEEE. Это открытый стандарт, который описывает процедуру тегирования трафика для передачи информации о принадлежности к VLAN. Тэг 802.1Q добавляется перед полем EtherType. Общая длина фрейма без учета преамбулы и межкадрового интервала увеличивается до 1522 байт. Структура кадра Ethernet 802.1Q показана на рис. 1.4.

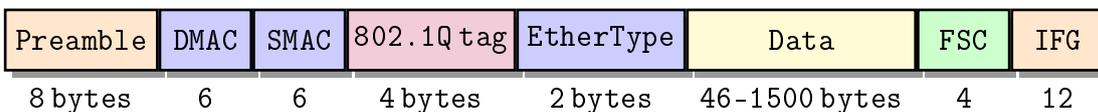


Рис. 1.4. Структура кадра Ethernet II with 802.1Q (802.3AC)

### 1.2.2. Frame Relay. Структура кадра

Frame relay — протокол канального уровня сетевой модели OSI. Максимальная скорость, допускаемая протоколом FR — 34,368 Мбит/с (каналы E3). Коммутация: точка-точка.

Frame Relay был создан в начале 1990-х в качестве замены протоколу X.25 для быстрых надёжных каналов связи, технология FR архитектурно основывалась на X.25 и во многом сходна с этим протоколом, однако в отличие от X.25, рассчитанного на линии с достаточно высокой частотой ошибок, FR изначально ориентировался на физические линии с низкой частотой ошибок, и поэтому большая часть механизмов коррекции ошибок X.25 в состав стандарта FR не вошла. Frame relay обеспечивает множество независимых виртуальных каналов (Virtual Circuits, VC) в одной линии связи, идентифицируемых в FR-сети по идентификаторам подключения к соединению (DLCI). Вместо средств управления потоком включает функции извещения о перегрузках в сети. Возможно назначение минимальной гарантированной скорости (CIR)

для каждого виртуального канала. В основном применяется при построении территориально распределённых корпоративных сетей, а также в составе решений, связанных с обеспечением гарантированной пропускной способности канала передачи данных (VoIP, видеоконференции и т. п.).

В технологии Frame Relay также существуют различные форматы кадров. Будем рассматривать только общий формат кадра. Он показан на рис. 1.5.

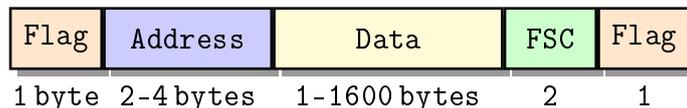


Рис. 1.5. Структура кадра Frame Relay

1. Flag. 1 байт. Это поле начинает и замыкает кадр. В качестве флага используется последовательность «01111110». Для предотвращения случайной имитации последовательности «флаг» внутри кадра при его передаче проверяется всё его содержание между двумя флагами и после каждой последовательности, состоящей из пяти идущих подряд бит «1», вставляется бит «0». Эта процедура (bit stuffing) обязательна при формировании любого кадра FR, при приёме эти биты «0» отбрасываются.

2. Address. 2–4 байт. Кроме собственно адресной информации, содержит также и дополнительные поля управления потоком данных и уведомлений о перегрузке канала. В зависимости от адресного пространства меняется величина поля. При расчетах размер поля принимать равным 4 байта.

3. Data. 1–1600 байт. Поле данных.

4. Frame Check Sequences (FCS). 2 байта. Служит для обнаружения ошибок. Формируется аналогично циклическому коду HDLC.

### 1.2.3. Token Ring. Структура кадра

Token Ring — протокол канального уровня модели OSI. Изначально технология была разработана компанией IBM в 1984 году. В 1985 году комитет IEEE 802 на основе этой технологии принял стандарт IEEE 802.5. Станции в локальной вычислительной сети Token Ring логически организованы в кольцевую топологию с данными, передаваемыми последовательно от одной кольцевой станции до другой с управляющим маркером, циркулирующим вокруг кольцевого доступа управления.

Существуют 2 модификации по скоростям передачи: 4 Мбит/с и 16 Мбит/с. В Token Ring 16 Мбит/с используется технология раннего освобождения маркера. Суть этой технологии заключается в том, что станция, «захватившая» маркер, по окончании передачи данных генерирует свободный маркер и запускает его в сеть. Попытки внедрить 100 Мбит/с технологию не увенчались коммерческим успехом. В настоящее время технология Token Ring считается устаревшей.

Формат информационного кадра приведен на рис. 1.6.

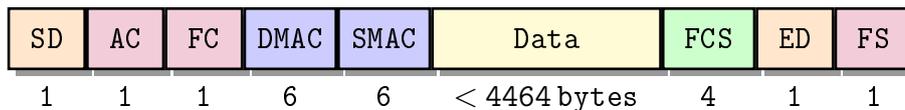


Рис. 1.6. Структура информационного кадра Token Ring

1. Start delimiter (SD). 1 байт. Флаг начала кадра.
2. Access-control byte (AC). 1 байт. Управление доступом.
3. Frame-control byte (FC). 1 байт. Управление кадром (0x01 для информационного кадра).
4. Destination MAC. 6 байт. MAC-адрес назначения.
5. Source MAC. 6 байт. MAC-адрес источника.
6. Data. До 4464 байт. Поле данных. Минимальная длина поля не определена, может быть равна нулю.
7. Frame Check Sequences (FCS). 4 байта. Контрольная сумма для выявления ошибок передачи. Используется код CRC-32.
8. End delimiter (ED). 1 байт. Флаг окончания кадра.
9. Frame Status (FS). 1 байт. Состояние кадра.

#### 1.2.4. Расчет избыточности и полезной скорости передачи данных

Под *избыточностью* в данном случае будем понимать объем/долю служебной информации в передаваемом потоке данных.

Таким образом, можно выделить *абсолютную избыточность*  $D$ , определяемую как количество служебных байт (заголовки, флаги, контрольные суммы и т. п.) во всем объеме передаваемой информации. И *относительную избыточность*  $d$ , определяемую, как долю служебной информации в передаваемом потоке данных, и рассчитываемую по формуле

$$d = \frac{D}{N},$$

где  $N$  — полный размер передаваемых данных (и полезная информация, и служебная вместе).

Необходимо отметить, что для рассматриваемых в работе технологий пакетной передачи данных, относящихся к канальному уровню семиуровневой модели OSI, полезной информацией считается вся информация, поступающая с вышележащих уровней модели.

Для оценки полезной скорости передачи данных, можно использовать формулу

$$R_{\text{пол.}} = (1 - d) \cdot R,$$

где  $R$  — полная скорость передачи данных.

### 1.3. Порядок выполнения задания

#### 1.3.1. Разбиение блока данных на кадры и расчет избыточности

1. Выбрать согласно своему номеру варианта размер блока данных и технологию передачи данных (табл. 1.1).
2. Определить количество кадров, требуемое для передачи заданного блока данных.
3. Рассчитать абсолютную избыточность  $D$ .
4. Рассчитать относительную избыточность  $d$ .

Таблица 1.1

Варианты задания 1.3.1 (указаны согласно номеру студента в журнале)

№	Данные, байт	Технология	№	Данные, байт	Технология
1	6027	Ethernet II	16	7504	Eth. II 802.1Q
2	7499	Eth. 802.3 LLC	17	8996	Frame Relay
3	8979	Eth. 802.3 SNAP	18	10504	Token Ring
4	10485	Eth. II 802.1Q	19	12016	Ethernet II
5	11968	Frame Relay	20	7476	Eth. 802.3 LLC
6	6000	Token Ring	21	8979	Eth. 802.3 SNAP
7	7529	Ethernet II	22	10506	Eth. II 802.1Q
8	9012	Eth. 802.3 LLC	23	11995	Frame Relay
9	10466	Eth. 802.3 SNAP	24	9001	Token Ring
10	12013	Eth. II 802.1Q	25	4527	Ethernet II
11	7496	Frame Relay	26	8999	Eth. 802.3 LLC
12	8982	Token Ring	27	10487	Eth. 802.3 SNAP
13	10478	Ethernet II	28	11962	Eth. II 802.1Q
14	11996	Eth. 802.3 LLC	29	7525	Frame Relay
15	13465	Eth. 802.3 SNAP	30	6020	Token Ring

#### 1.3.2. Оценка полезной скорости передачи данных

1. Выбрать согласно своему номеру варианта средний размер блока данных в передаваемых кадрах, технологию и скорость передачи данных (табл. 1.2).
2. Определить относительную избыточность.
3. Рассчитать полезную скорость передачи данных

Таблица 1.2

Варианты задания 1.3.2 (указаны согласно номеру студента в журнале)

№	Данные байт	Технология	Скор. Мбит/с	№	Данные байт	Технология	Скор. Мбит/с
1	804	Eth. 802.3 SNAP	50	16	297	Token Ring	4
2	129	Eth. II 802.1Q	100	17	989	Ethernet II	10
3	824	Frame Relay	30	18	751	Eth. 802.3 LLC	100

Продолжение табл. 1.2

Варианты задания 1.3.2 (указаны согласно номеру студента в журнале)

№	Данные байт	Технология	Скор. Мбит/с	№	Данные байт	Технология	Скор. Мбит/с
4	415	Token Ring	4	19	674	Eth. 802.3 SNAP	50
5	205	Ethernet II	10	20	582	Eth. II 802.1Q	100
6	627	Eth. 802.3 LLC	50	21	805	Frame Relay	34
7	337	Eth. 802.3 SNAP	85	22	902	Token Ring	16
8	443	Eth. II 802.1Q	100	23	489	Ethernet II	10
9	90	Frame Relay	34	24	434	Eth. 802.3 LLC	85
10	140	Token Ring	16	25	73	Eth. 802.3 SNAP	100
11	346	Ethernet II	50	26	837	Eth. II 802.1Q	50
12	819	Eth. 802.3 LLC	85	27	63	Frame Relay	31
13	315	Eth. 802.3 SNAP	100	28	927	Token Ring	16
14	859	Eth. II 802.1Q	40	29	520	Ethernet II	100
15	727	Frame Relay	23	30	71	Eth. 802.3 LLC	85

#### 1.4. Контрольные вопросы

1. Технология и формат кадра Ethernet II DIX.
2. Формат кадра Ethernet 802.3/802.2 (802.3 with LLC header)
3. Формат кадра 802.3 with SNAP header (Ethernet SNAP)
4. Формат кадра Ethernet II with 802.1Q (802.3AC)
5. Технология и формат кадра Frame Relay
6. Технология и формат кадра Token Ring
7. Избыточность при передаче данных и ее определение.

## Задание 2

### Расчет задержек при выборе конфигурации сети Ethernet

#### 2.1. Цель работы

Ознакомиться с принципами построения сети Ethernet с использованием повторителей. Научиться оценивать задержки при передаче данных по сети Ethernet, построенной с использованием повторителей.

#### 2.2. Теоретические сведения

##### 2.2.1. Оценка конфигурации сети Ethernet (10 Мбит/с)

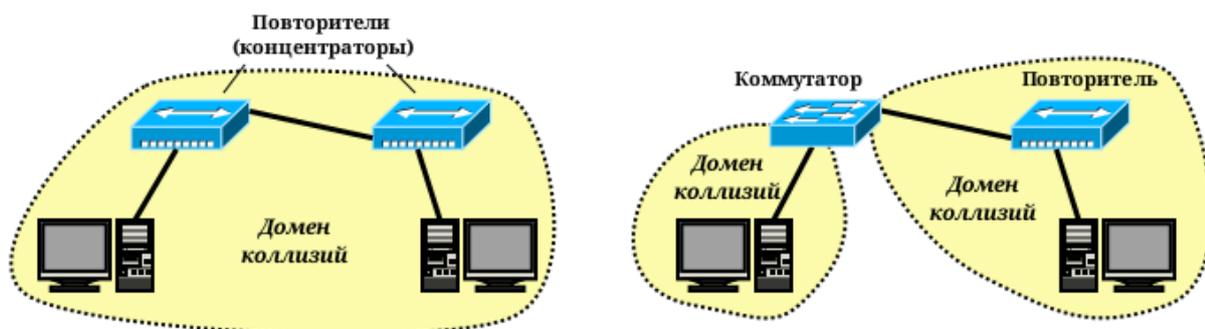
При выборе конфигурации сети Ethernet, состоящей из сегментов различных типов, возникают вопросы, связанные с максимально допустимым размером (диаметром) сети и максимально возможным числом различных элементов. Сеть будет работоспособной только в том случае, если задержка распространения сигнала в ней не превысит предельной величины. Это определяется выбранным методом управления обменом CSMA/CD, основанном на обнаружении и разрешении коллизий и предназначенном для работы в сети (участке сети) с общей шиной (средой передачи), образующей так называемый домен (область) коллизий (collision domain).

Для надежного распознавания коллизий необходимо, чтобы коллизия была обнаружена в процессе передачи кадра. В худшем варианте в конфликт могут вступить две наиболее удаленные друг от друга станции **A** и **B**. Пусть станция **A**, решив, что шина свободна, начинает передачу кадра. До самой удаленной от нее станции **B** этот кадр дойдет через некоторый промежуток времени  $t$ . Если в этот момент станция **B**, также решив, что шина свободна, начинает передачу своего кадра, возникает коллизия. Искаженная информация дойдет до станции **A** также через время  $t$ . Поэтому коллизия будет обнаружена станцией **A** через время  $2t$  после начала передачи ею кадра. К моменту обнаружения коллизии станция **A** не должна закончить передачу кадра. Следовательно, соотношение между временем, необходимым для передачи кадра минимальной длины, и задержкой сигнала при распространении в сети должно иметь вид

$$T_{\min} \geq 2t,$$

где  $t$  — время распространения сигнала по сети Ethernet. Удвоенное время распространения сигнала называют *временем двойного оборота* (Path Delay Value, PDV). Время двойного оборота в сети определяется максимальной длиной сети, а также устройствами (концентраторами, повторителями), вносящими задержку в распространение сигнала.

Стоит отметить, что подобная проблема возникает прежде всего при построении сетей на основе повторителей («репитеров») и/или концентраторов («хабов»), являющихся самыми простыми сетевыми устройствами. Такая сеть имеет общую среду передачи, логически не разделенную на сегменты, в связи с чем и требуется оценка возможных задержек. В настоящее время при построении сетей Ethernet чаще используются более сложные и, соответственно, более «умные» устройства, такие как коммутаторы («свитчи») и маршрутизаторы («роутеры»), которые фактически разделяют сеть Ethernet на отдельные сегменты «точка-точка» (отдельные домены коллизий), как показано на рис. 2.1. Тем не менее, повторители (и концентраторы, выполняющие их роль) могут использоваться, когда необходимо сформировать участки сети Ethernet большой длины, превышающей максимальную возможную длину сегмента для выбранной технологии с учетом используемых типов кабелей. Также повторители могут использоваться, когда необходимо сформировать длинный тракт Ethernet с использованием различных технологий, например, две ЭВМ соединены с повторителями при помощи витой пары, а повторители уже соединены между собой оптическим кабелем. Такая конфигурация тракта позволяет достичь значительно большего расстояния передачи, нежели при использовании только витой пары.



*Рис. 2.1. Разделение сети Ethernet на отдельные домены коллизий с использованием коммутатора*

В дальнейшем будем вести речь о сетях, участках сети и трактах Ethernet, построенных на повторителях. Размер (длина) такого участка сети определяется размером домена коллизий.

При выборе и оценке конфигурации сети Ethernet, построенной на повторителях, используются две основные модели.

### **Модель 1**

Первая модель формулирует набор правил, которые необходимо соблюдать проектировщику сети при соединении отдельных компьютеров и сегментов. Считается, что соблюдение данных правил гарантирует допустимую величину задержки сигнала в сети и никаких дополнительных расчетов в этом случае не требуется.

1. Репитер или концентратор, подключенный к сегменту, снижает на единицу максимально допустимое число абонентов, подключаемых к сегменту.

2. Полный путь между двумя любыми абонентами должен включать в себя не более пяти сегментов, четырех концентраторов (репитеров) и двух трансиверов (MAU).

3. Если путь между абонентами состоит из пяти сегментов и четырех повторителей/концентраторов, то количество сегментов, к которым подключены абоненты, не должно превышать трех, а остальные сегменты должны просто связывать между собой концентраторы (репитеры). Это так называемое «правило 5-4-3».

4. Если путь между абонентами состоит из четырех сегментов и трех повторителей/концентраторов, то должны выполняться следующие условия:

- максимальная длина оптоволоконного кабеля сегмента 10BASE-FL, соединяющего между собой повторители/концентраторы, не должна превышать 1000 метров;
- максимальная длина оптоволоконного кабеля сегмента 10BASE-FL, соединяющего повторители/концентраторы с компьютерами, не должна превышать 400 метров;
- ко всем сегментам могут подключаться компьютеры.

## Модель 2

Вторая модель, применяемая для оценки конфигурации Ethernet, основана на точном расчете временных характеристик выбранной конфигурации сети. Эта модель иногда позволяет выйти за пределы жестких ограничений модели 1. Применение модели 2 необходимо в том случае, когда размер проектируемой сети близок к максимально допустимому.

В модели 2 используются две системы расчетов:

1. Первая система предполагает вычисление двойного оборота сигнала (PDV) по сети и сравнение его с максимально допустимой величиной.

2. Вторая система проверяет сокращение величины получаемого межкадрового временного интервала (IFG — InterFrame Gap) в сети (Path Variability Value, PVV).

При этом вычисления в обеих системах расчетов ведутся для наихудшего случая, для *пути максимальной длины*, то есть для такого пути передаваемого по сети пакета, который требует для своего прохождения максимального времени.

В обеих системах в качестве меры измерения времени используется *битовый интервал (bt)*, т. е. время передачи одного бита. Максимально допустимая величина двойного времени прохождения сигнала по сети Ethernet составляет 575 bt, что обуславливается минимальным размером кадра Ethernet

с учетом преамбулы (72 байта, или 576 бит). При этом, согласно рекомендациям IEEE семейства 802.3 рекомендуется оставлять запас в пределах 1–4 bt для учета кабелей внутри соединительных шкафов и погрешностей измерения. Величина же IFG, как следует из структуры кадра Ethernet, составляет 12 байт или 96 bt.

При первой системе расчетов выделяются три типа сегментов:

- начальный сегмент, соответствует началу пути максимальной длины;
- конечный сегмент расположен в конце пути максимальной длины;
- промежуточный сегмент входит в путь максимальной длины, но не является ни начальным, ни конечным.

Промежуточных сегментов в выбранном пути может быть несколько, а начальный и конечный сегменты при разных расчетах могут меняться местами друг с другом. Выделение этих трех типов сегментов позволяет автоматически учитывать задержки сигнала на всех концентраторах, входящих в путь максимальной длины, а также в приемопередающих узлах адаптеров.

Величины задержек, используемые для расчетов, представлены в табл. 2.1. Необходимо отметить, что эти данные приведены для усредненного случая. В зависимости от выбранного кабеля значения задержек могут изменяться.

Таблица 2.1

*Величины задержек в битовых интервалах для расчета двойного времени прохождения сигнала по сети Ethernet 10 Мбит/с*

Тип сегмента Ethernet	Макс. длина, м	Начальный сегмент		Промежут. сегмент		Конечный сегмент		Задержка на метр длины $t_l$
		$t_0$	$t_m$	$t_0$	$t_m$	$t_0$	$t_m$	
10BASE-5	500	11,8	55,0	46,5	89,8	169,5	212,8	0,087
10BASE-2	185	11,8	30,8	46,5	65,5	169,5	188,5	0,103
10BASE-T	100	15,3	26,6	42,0	53,3	165,0	176,3	0,113
10BASE-FL	2000	12,3	212,3	33,5	233,5	156,5	356,5	0,100
FOIRL	1000	7,8	107,8	29,0	129,0	152,0	252,0	0,100
AUI	50	0	5,1	0	5,1	0	5,1	0,103

Для справки приведем расшифровку обозначений указанных в табл. 2.1 версий технологии Ethernet.

1. 10BASE-5, IEEE 802.3 («Толстый Ethernet») — первоначальная разработка технологии со скоростью передачи данных 10 Мбит/с. Использует коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом (RG-8), с максимальной длиной сегмента 500 метров.

2. 10BASE02, IEEE 802.3a («Тонкий Ethernet») — используется кабель RG-58, с максимальной длиной сегмента 185 метров. Компьютеры присоединяются один к другому. Для подключения кабеля к сетевой карте используется Т-коннектор, при этом на кабеле должен быть BNC-коннектор. Требуется

наличие терминаторов на каждом конце. Многие годы этот стандарт был основным для технологии Ethernet.

3. 10BASE-T, IEEE 802.3i — для передачи данных используется 4 провода кабеля витой пары (две скрученные пары) Cat.3 или Cat.5. Максимальная длина сегмента 100 метров.

4. FOIRL (Fiber-optic inter-repeater link) — базовый стандарт для технологии Ethernet, использующий для передачи данных оптический кабель. Максимальное расстояние передачи данных без повторителя — 1 км.

5. 10BASE-FL (Fiber Link) — улучшенная версия стандарта FOIRL. Улучшение коснулось увеличения длины сегмента до 2 км.

6. AUI (Attachment unit interface, интерфейс модуля присоединения) — 15-ти штырьковый разъем для соединения между сетевой платой компьютера и приемопередатчиком на магистральном кабеле Ethernet 10BASE5 при помощи короткого кабеля. Используется стандартный разъём DA-15 с несколько изменённым креплением. Другое название интерфейса — DIX (по первым буквам названий компаний, участвовавших в разработке стандарта — DEC, Intel и Xerox).

Методика расчета сводится к следующему:

1. В сети выделяется путь максимальной длины. Все дальнейшие расчеты ведутся для него. Если этот путь не очевиден, то рассчитываются все возможные пути, затем на основании этого выбирается путь максимальной длины.

2. Если длина сегмента, входящего в выбранный путь, не максимальна, то рассчитывается двойное (круговое) время прохождения в каждом сегменте выделенного пути по формуле:  $t_s = L \cdot t_l + t_o$ , где  $L$  — это длина сегмента в метрах (при этом надо учитывать, тип сегмента: начальный, промежуточный или конечный).

3. Если длина сегмента равна максимально допустимой, то из таблицы для него берется величина максимальной задержки  $t_m$ .

4. Суммарная величина задержек всех сегментов выделенного пути не должна превышать предельной величины 575 bt.

5. Затем необходимо проделать те же действия для обратного направления выбранного пути (то есть в данном случае конечный сегмент считается начальным и наоборот). Из-за разных задержек передающих и принимающих узлов концентраторов величины задержек в разных направлениях могут отличаться (но незначительно).

6. Если задержки в обоих случаях не превышают величины 575 bt с учетом рекомендуемого запаса, то сеть считается работоспособной.

Тем не менее, чтобы сделать окончательный вывод о работоспособности сети, необходимо также проверить соответствие стандарту величины меж-

кадрового интервала (IFG), которая не должна быть меньше, чем 96 bt (9,6 мкс для скорости 10 Мбит/с). Однако при прохождении кадров через повторители/концентраторы IFG может сокращаться, вследствие чего два пакета могут восприниматься абонентами как один. Допустимое сокращение IFG определено стандартом в 49 bt (4,9 мкс для скорости 10 Мбит/с).

Для вычислений используются понятия начального и промежуточного сегментов. Конечный сегмент не вносит вклада в сокращение межпакетного интервала, так как пакет доходит по нему до принимающего компьютера без прохождения репитеров и концентраторов. Величины сокращения IFG для разных типов сегментов Ethernet показаны в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Величины сокращения межкадрового интервала (IFG) для разных типов Ethernet 10 Мбит/с

Сегмент	Начальный	Промежуточный
10BASE-2	16	11
10BASE-5	16	11
10BASE-T	16	11
10BASE-FL	11	8

Для получения полной величины сокращения IFG надо просуммировать величины из таблицы для сегментов, входящих в путь максимальной длины, и сравнить сумму с предельной величиной 49 bt. Если сумма меньше 49 bt, можно сделать вывод о работоспособности сети. Для гарантии расчет производится в обоих направлениях выбранного пути.

Если расчеты показывают, что сеть неработоспособна, то необходимо изменять конфигурацию или структуру сети.

1. Уменьшение длины кабелей с целью снижения задержки прохождения сигнала по сети (если возможно).
2. Уменьшение количества концентраторов для снижения задержек и сокращения IFG (если возможно).
3. Выбор кабеля с наименьшей задержкой. Кабели различных марок имеют разные задержки, то есть разные скорости распространения сигнала.
4. Разбиение сети на несколько сегментов (доменов коллизий) с помощью коммутаторов. Для каждого нового сегмента сети также требуется произвести расчет работоспособности.
5. Переход на другую технологию построения локальной сети, например FDDI, которая позволяет строить максимальные по размеру сети. Однако, оборудование ее очень дорого, и для связи с сетью Ethernet нужны мосты.

Для примера рассмотрим оценку конфигурации сети (тракта) Ethernet, приведенной на рис. 2.2. Тракт Ethernet, соединяющий два ПК, состоит из че-

тырех участков, построенных по разным технологиям, и трех повторителей, соединяющих эти участки.

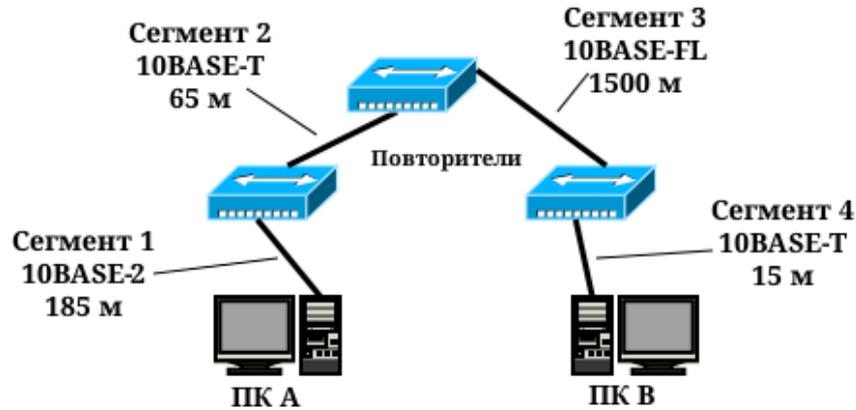


Рис. 2.2. Пример сети Ethernet для проведения оценки ее конфигурации

Вначале рассмотрим расчет времени двойного оборота при передаче от ПК-А к ПК-В.

- Сегмент 1 (начальный участок). Построен по технологии 10BASE-2 и, согласно табл. 2.1 имеет максимальную длину. Следовательно, его время задержки равно

$$t_1 = 30,8 \text{ bt.}$$

- Сегмент 2 (промежуточный). Построен по технологии 10BASE-T, имеет длину меньше максимальной, следовательно, его время задержки рассчитывается по формуле  $t_s = L \cdot t_l + t_o$ .

$$t_2 = 65 \cdot 0,113 + 42,0 = 49,4 \text{ bt.}$$

- Сегмент 3 (промежуточный). Построен по технологии 10BASE-FL, имеет длину меньше максимальной.

$$t_3 = 1500 \cdot 0,100 + 33,5 = 183,5 \text{ bt.}$$

- Сегмент 4 (конечный). Построен по технологии 10BASE-T, имеет длину меньше максимальной.

$$t_4 = 15 \cdot 0,113 + 165,0 = 166,7 \text{ bt.}$$

Таким образом, общее время двойного оборота от А к В равно

$$t_{PDVAB} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 430,4 \text{ bt} < 575 \text{ bt.}$$

Аналогично можно рассчитать время двойного оборота при передаче от ПК-В к ПК-А. Отличие будет лишь во времени для сегмента 1 и сегмента 4. Теперь 4 будет начальным, а сегмент 1 — конечным.

- Сегмент 4 (начальный участок).

$$t_4 = 15 \cdot 0,113 + 15,3 = 17,0 \text{ bt.}$$

- Сегмент 1 (конечный участок).

$$t_1 = 188,5 \text{ bt.}$$

Общее время двойного оборота от В к А равно

$$t_{PDVBA} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 438,4 \text{ bt} < 575 \text{ bt.}$$

Можно сделать вывод, что приведенная на рис. 2.2 сеть Ethernet удовлетворяет требованию по времени двойного оборота.

Теперь рассчитаем сокращение межкадрового интервала.

$$t_{PVVAB} = 16 + 11 + 8 = 35 \text{ bt} < 49 \text{ bt.}$$

$$t_{PVVBA} = 16 + 11 + 8 = 35 \text{ bt} < 49 \text{ bt.}$$

Таким образом, сеть на рис. 2.2 удовлетворяет и требованиям по сокращению межкадрового интервала.

### 2.2.2. Оценка конфигурации сети Fast Ethernet (100 Мбум/с)

В Fast Ethernet выделяют два типа повторителей.

1. Повторители 1-го класса. Они поддерживают все типы линейного кодирования (4В/5В, 8В/6Т и др.) и могут транслировать протоколы (например из 100Base-TX в 100Base-T4 и наоборот) из-за чего вносят при передаче сигнала большую задержку.

2. Повторители 2-го класса. Поддерживают только один тип линейного кодирования и не транслируют протоколы, соответственно внося гораздо меньшую задержку.

Точно так же, как и в случае Ethernet, для определения работоспособности сети Fast Ethernet стандарт IEEE 802.3 предлагает две модели, называемые Transmission System Model 1 и Transmission System Model 2. Первая модель основана на нескольких несложных правилах. Она исходит из того, что все компоненты сети (в частности, кабели) имеют наилучшие из возможных временные характеристики, поэтому всегда дает результат со значительным запасом. Вторая модель использует систему точных расчетов с реальными временными характеристиками кабелей. В связи с этим ее применение позволяет иногда преодолеть жесткие ограничения модели 1.

#### Transmission System Model 1

В соответствии с первой моделью, при выборе конфигурации надо руководствоваться следующими принципами:

1. Сегменты, выполненные на электрических кабелях (витых парах) не должны быть длиннее 100 метров. Это относится к кабелям всех категорий — 3, 4 и 5, к сегментам 100BASE-T4 и 100BASE-TX.

2. Сегменты, выполненные на оптоволоконных кабелях, не должны быть длиннее 412 метров.

3. Если используются адаптеры с внешними (выносными) трансиверами, то трансиверные кабели (МП) не должны быть длиннее 50 сантиметров.

### **Transmission System Model 2**

Как и в Ethernet 10 Мбит/с в Fast Ethernet вторая модель предполагает проведение расчета времени двойного оборота (PDV). Для этого комитет IEEE 802.3 приводит данные об удвоенных задержках, вносимых кабельными сегментами, сетевыми адаптерами и повторителями Fast Ethernet. По сравнению с аналогичными данными для Ethernet методика расчета изменилась — сегменты теперь не делятся на начальный, конечный и промежуточные; кроме того, вносимые сетевыми адаптерами задержки учитывают теперь преамбулы кадров, поэтому рассчитанное значение PDV нужно сравнивать не с 575 bt, а с 512 bt, т.е. временем передачи кадра минимальной длины без преамбулы. В соответствии с рекомендациями IEEE достаточным является запас в 4–6 bt.

В табл. 2.3, 2.4 и 2.5 показаны усредненные задержки, вносимые кабелем, задержки адаптеров и удвоенные задержки повторителей, соответственно.

Таблица 2.3

*Усредненные задержки, вносимые кабелем для Fast Ethernet*

Тип кабеля	Задержка, bt/м
UTP cat.3	1,14
UTP cat.4	1,14
UTP cat.5	1,112
STP	1,112
Оптоволокно	1,0

Таблица 2.4

*Задержки, вносимые адаптером Fast Ethernet*

Тип адаптера	Задержка, bt
Два адаптера 100BASE-TX/FX	100
Два адаптера 100BASE-T4	138
Один TX/FX и один T4	127

Таблица 2.5

*Удвоенные задержки повторителей Fast Ethernet*

Тип повторителя	Задержка, bt
класса 1	140
класса 2 (T4)	67
класса 2 (TX/FX)	92

Для справки приведем расшифровку обозначений указанных в таблицах версий технологии Fast Ethernet.

1. 100BASE-TX, IEEE 802.3u — стандарт, использующий витую пару категории 5. Фактически используются только две неэкранированные пары проводников, поддерживается дуплексная передача данных, расстояние до 100 м.

2. 100BASE-T4 — стандарт, использующий витую пару категории 3. Задействованы все четыре пары проводников, передача данных идёт в полудуплексе.

3. 100BASE-FX — стандарт, использующий многомодовое волокно. Максимальная длина сегмента 400 метров в полудуплексе (для гарантированного обнаружения коллизий) или 2 километра в полном дуплексе.

Для примера рассмотрим оценку конфигурации сети (тракта) Fast Ethernet, приведенной на рис. 2.3. Тракт Ethernet, соединяющий два ПК, состоит из четырех участков, построенных по разным технологиям, и трех повторителей, соединяющих эти участки.

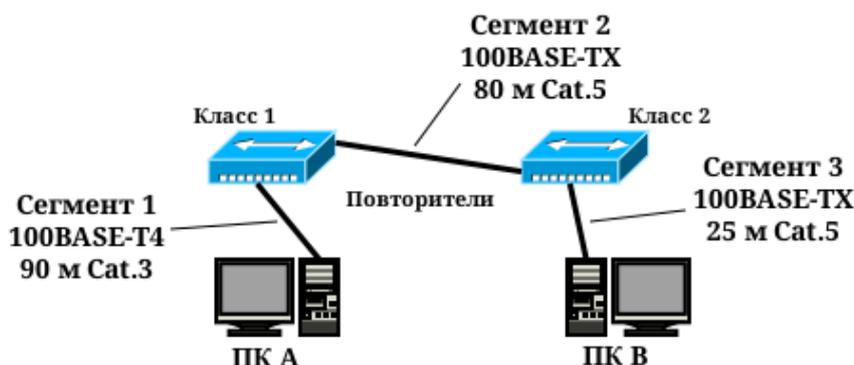


Рис. 2.3. Пример сети Fast Ethernet для проведения оценки ее конфигурации

Проведем расчет времени двойного оборота.

- Согласно табл. 2.3 рассчитаем задержки, вносимые кабелем.

$$t_{\text{каб.}} = 30 \cdot 1,14 + (80 + 25) \cdot 1,112 = 151,0 \text{ bt.}$$

- ПК-А подключен к сети 100BASE-T4, а ПК-В — к сети 100BASE-TX, следовательно, согласно табл. 2.4, задержки, вносимые адаптерами будут равны

$$t_{\text{адапт.}} = 127 \text{ bt.}$$

- Тракт Fast Ethernet содержит один повторитель класса 1 и один повторитель класса 2, следовательно, согласно табл. 2.5, вносимые ими задержки будут равны

$$t_{\text{повт.}} = 140 + 92 = 232$$

Общее время двойного оборота равно

$$t_{PDV} = t_{\text{каб.}} + t_{\text{адапт.}} + t_{\text{повт.}} = 510 \text{ bt} < 512 \text{ bt.}$$

Можно сделать вывод, что приведенная на рис. 2.3 сеть Fast Ethernet удовлетворяет требованию по времени двойного оборота с запасом прочности, равным 2 bt.

### 2.3. Порядок выполнения задания

#### 2.3.1. Оценка конфигурации сети Ethernet

1. Выбрать согласно своему номеру варианта параметры сети Ethernet (табл. 2.6). Структура оцениваемой сети показана на рис. 2.4.

2. Рассчитать время двойного оборота (PDV) при передаче данных от ПК-А к ПК-В, и в обратном направлении. Сделать вывод о соответствии сети требованиям по PDV. В случае, если сеть не удовлетворяет требованиям, предложить вариант решения и подтвердить его расчетом.

3. Рассчитать сокращение межкадрового интервала (PVV) от ПК-А к ПК-В и в обратном направлении. Сделать выводы. В случае, если сеть не удовлетворяет требованиям, предложить вариант решения и подтвердить его расчетом.

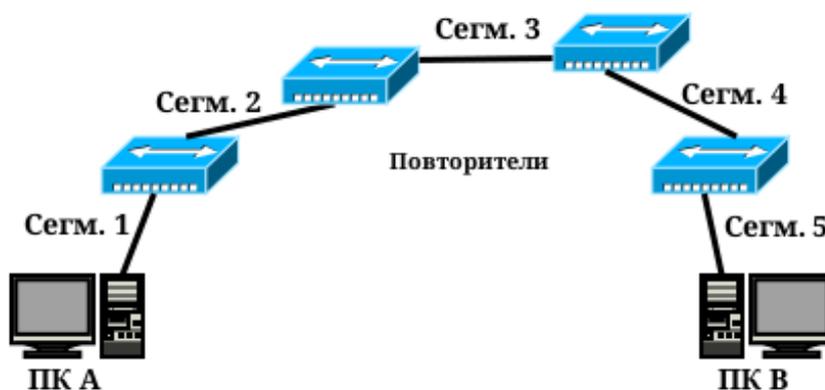


Рис. 2.4. Структура сети Ethernet для задания 2.3.1

Таблица 2.6

Варианты задания 2.3.1 (указаны согласно номеру студента в журнале)

№ вар.	Сегмент 1		Сегмент 2		Сегмент 3		Сегмент 4		Сегмент 5	
	Техн.	l, м								
1	10BASE-5	500	10BASE-5	256	10BASE-FL	779	10BASE-T	62	FOIRL	231
2	10BASE-2	185	10BASE-2	35	FOIRL	885	10BASE-FL	342	10BASE-5	471
3	10BASE-T	100	10BASE-T	33	10BASE-5	130	FOIRL	564	10BASE-2	115
4	10BASE-FL	2000	10BASE-FL	272	10BASE-2	137	10BASE-5	83	10BASE-T	74
5	FOIRL	1000	FOIRL	648	10BASE-T	39	10BASE-2	72	10BASE-FL	145
6	10BASE-5	500	10BASE-5	254	10BASE-FL	918	10BASE-T	45	FOIRL	628

Продолжение табл. 2.6

Варианты задания 2.3.1 (указаны согласно номеру студента в журнале)

№ вар.	Сегмент 1		Сегмент 2		Сегмент 3		Сегмент 4		Сегмент 5	
	Техн.	l, м								
7	10BASE-2	185	10BASE-2	148	FOIRL	915	10BASE-FL	231	10BASE-5	426
8	10BASE-T	100	10BASE-T	87	10BASE-5	468	FOIRL	795	10BASE-2	134
9	10BASE-FL	2000	10BASE-FL	456	10BASE-2	64	10BASE-5	117	10BASE-T	76
10	FOIRL	1000	FOIRL	840	10BASE-T	47	10BASE-2	75	10BASE-FL	127
11	10BASE-5	500	10BASE-5	113	10BASE-FL	432	10BASE-T	52	FOIRL	233
12	10BASE-2	185	10BASE-2	58	FOIRL	570	10BASE-FL	430	10BASE-5	214
13	10BASE-T	100	10BASE-T	48	10BASE-5	211	FOIRL	511	10BASE-2	148
14	10BASE-FL	2000	10BASE-FL	513	10BASE-2	58	10BASE-5	482	10BASE-T	42
15	FOIRL	1000	FOIRL	500	10BASE-T	76	10BASE-2	138	10BASE-FL	240
16	10BASE-5	500	10BASE-5	127	10BASE-FL	953	10BASE-T	44	FOIRL	130
17	10BASE-2	185	10BASE-2	137	FOIRL	990	10BASE-FL	346	10BASE-5	86
18	10BASE-T	100	10BASE-T	51	10BASE-5	316	FOIRL	591	10BASE-2	146
19	10BASE-FL	2000	10BASE-FL	647	10BASE-2	115	10BASE-5	148	10BASE-T	77
20	FOIRL	1000	FOIRL	892	10BASE-T	57	10BASE-2	150	10BASE-FL	140
21	10BASE-5	500	10BASE-5	69	10BASE-FL	437	10BASE-T	30	FOIRL	137
22	10BASE-2	185	10BASE-2	121	FOIRL	807	10BASE-FL	380	10BASE-5	110
23	10BASE-T	100	10BASE-T	32	10BASE-5	416	FOIRL	841	10BASE-2	75
24	10BASE-FL	2000	10BASE-FL	200	10BASE-2	136	10BASE-5	449	10BASE-T	62
25	FOIRL	1000	FOIRL	574	10BASE-T	73	10BASE-2	103	10BASE-FL	133
26	10BASE-5	500	10BASE-5	80	10BASE-FL	267	10BASE-T	29	FOIRL	205
27	10BASE-2	185	10BASE-2	125	FOIRL	504	10BASE-FL	561	10BASE-5	227
28	10BASE-T	100	10BASE-T	58	10BASE-5	245	FOIRL	864	10BASE-2	86
29	10BASE-FL	2000	10BASE-FL	973	10BASE-2	56	10BASE-5	399	10BASE-T	62
30	FOIRL	1000	FOIRL	976	10BASE-T	93	10BASE-2	145	10BASE-FL	360

### 2.3.2. Оценка конфигурации сети Fast Ethernet

1. Выбрать согласно своему номеру варианта параметры сети Fast Ethernet (табл. 2.7). Структура оцениваемой сети показана на рис. 2.5.
2. Определить и указать на схеме сети классы повторителей.
3. Рассчитать время двойного оборота (PDV) при передаче данных от ПК-А к ПК-В, и в обратном направлении. Сделать вывод о соответствии сети требованиям по PDV. В случае, если сеть не удовлетворяет требованиям, предложить вариант решения и подтвердить его расчетом.

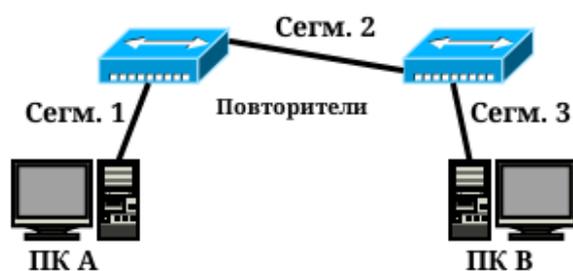


Рис. 2.5. Структура сети Fast Ethernet для задания 2.3.2

Таблица 2.7

Варианты задания 2.3.2 (указаны согласно номеру студента в журнале)

№ вар.	Сегмент 1		Сегмент 2		Сегмент 3	
	Техн.	$l$ , м	Техн.	$l$ , м	Техн.	$l$ , м
1	100BASE-T4	65	100BASE-T4	21	100BASE-FX	50
2	100BASE-TX	26	100BASE-TX	33	100BASE-T4	24
3	100BASE-FX	70	100BASE-FX	63	100BASE-TX	31
4	100BASE-T4	28	100BASE-T4	66	100BASE-FX	68
5	100BASE-TX	55	100BASE-TX	38	100BASE-T4	66
6	100BASE-FX	70	100BASE-FX	53	100BASE-TX	69
7	100BASE-T4	69	100BASE-T4	42	100BASE-FX	67
8	100BASE-TX	31	100BASE-TX	21	100BASE-T4	38
9	100BASE-FX	55	100BASE-FX	35	100BASE-TX	40
10	100BASE-T4	56	100BASE-T4	61	100BASE-FX	48
11	100BASE-TX	66	100BASE-TX	52	100BASE-T4	58
12	100BASE-FX	23	100BASE-FX	67	100BASE-TX	37
13	100BASE-T4	59	100BASE-T4	29	100BASE-FX	21
14	100BASE-TX	69	100BASE-TX	34	100BASE-T4	54
15	100BASE-FX	44	100BASE-FX	54	100BASE-TX	58
16	100BASE-T4	24	100BASE-T4	20	100BASE-FX	20
17	100BASE-TX	25	100BASE-TX	20	100BASE-T4	25
18	100BASE-FX	66	100BASE-FX	67	100BASE-TX	63
19	100BASE-T4	46	100BASE-T4	67	100BASE-FX	30
20	100BASE-TX	42	100BASE-TX	63	100BASE-T4	55
21	100BASE-FX	49	100BASE-FX	42	100BASE-TX	53
22	100BASE-T4	51	100BASE-T4	21	100BASE-FX	62
23	100BASE-TX	69	100BASE-TX	68	100BASE-T4	41

Варианты задания 2.3.2 (указаны согласно номеру студента в журнале)

№ вар.	Сегмент 1		Сегмент 2		Сегмент 3	
	Техн.	l, м	Техн.	l, м	Техн.	l, м
24	100BASE-FX	22	100BASE-FX	22	100BASE-TX	36
25	100BASE-T4	49	100BASE-T4	33	100BASE-FX	47
26	100BASE-TX	50	100BASE-TX	69	100BASE-T4	52
27	100BASE-FX	51	100BASE-FX	65	100BASE-TX	61
28	100BASE-T4	50	100BASE-T4	65	100BASE-FX	59
29	100BASE-TX	30	100BASE-TX	28	100BASE-T4	65
30	100BASE-FX	27	100BASE-FX	43	100BASE-TX	55

## 2.4. Контрольные вопросы

1. Особенности построения сетей Ethernet с использованием повторителей/концентраторов.
2. Понятие о домене коллизии.
3. Первая модель выбора схемы построения сети Ethernet.
4. Вторая модель выбора схемы построения сети Ethernet.
5. Основные технологии сети Ethernet.
6. Понятие времени двойного оборота.
7. Понятие о сокращении межкадрового интервала.
8. Варианты модернизации структуры сети Ethernet в случае ее несоответствия требованиям к PDV и PVV.
9. Первая модель выбора схемы построения сети Fast Ethernet.
10. Вторая модель выбора схемы построения сети Fast Ethernet.
11. Основные технологии сети Fast Ethernet.

## Задание 3 Адресация IPv4

### 3.1. Цель работы

Изучить формат адреса IPv4, понятия классовой и бесклассовой адресации, а также процедуру маршрутизации пакета на хосте-отправителе.

### 3.2. Теоретические сведения

См. сторонние источники

### 3.3. Порядок выполнения задания

#### 3.3.1. Классовая адресация

По заданному в табл. 3.1 адресу хоста определить:

- класс сети;
- адрес сети;
- количество хостов в сети;
- адреса первого и последнего хостов в сети;
- широковещательный адрес (broadcast).

Таблица 3.1

*Адрес IPv4  
Выбирается согласно номеру студента в журнале*

Вар.	Адрес IPv4	Вар.	Адрес IPv4	Вар.	Адрес IPv4
1	186.101.221.144	11	132.211.222.243	21	92.23.76.45
2	114.32.41.123	12	69.39.58.38	22	231.48.81.64
3	97.231.37.111	13	185.38.59.36	23	47.28.49.61
4	43.33.134.211	14	213.28.48.93	24	162.85.103.39
5	211.124.76.38	15	182.48.29.91	25	85.91.127.37
6	38.142.22.115	16	148.82.63.69	26	201.56.93.105
7	157.34.36.76	17	82.132.56.73	27	61.85.71.69
8	198.34.76.36	18	159.92.63.69	28	126.38.91.47
9	151.48.32.94	19	37.58.87.29	29	194.71.68.36
10	87.39.57.28	20	205.37.59.32	30	149.93.28.58

#### 3.3.2. Бесклассовая адресация

По заданному в табл. 3.1 адресу хоста и заданной в табл. 3.2 маске подсети определить:

- адрес сети;
- количество хостов в сети;

- адреса первого и последнего хостов в сети;
- широковещательный адрес (broadcast).

Таблица 3.2

*Маска подсети IPv4*  
*Выбирается согласно номеру студента в журнале*

Вар.	Маска подсети	Вар.	Маска подсети	Вар.	Маска подсети
1	/26	11	/26	21	/21
2	/27	12	/22	22	/23
3	/23	13	/23	23	/22
4	/26	14	/28	24	/20
5	/22	15	/22	25	/22
6	/27	16	/21	26	/27
7	/21	17	/27	27	/23
8	/28	18	/23	28	/22
9	/21	19	/21	29	/21
10	/22	20	/22	30	/22

### 3.3.3. Определение подсети заданного размера

По заданному в табл. 3.1 адресу хоста и заданному в табл. 3.3 количеству хостов в подсети определить:

- адрес и маску подсети минимального размера, позволяющей включить в себя всё заданное количество хостов;
- адреса первого и последнего хостов в сети;
- широковещательный адрес (broadcast).

Таблица 3.3

*Количество хостов в подсети IPv4*  
*Выбирается согласно номеру студента в журнале*

Вар.	Кол-во хостов	Вар.	Кол-во хостов	Вар.	Кол-во хостов
1	43	11	78	21	68
2	116	12	54	22	255
3	97	13	341	23	119
4	61	14	69	24	345
5	23	15	513	25	39
6	121	16	311	26	89
7	257	17	65	27	316
8	288	18	254	28	98
9	611	19	79	29	267
10	97	20	289	30	511

**Бланк к практической работе 3**  
**Адресация IPv4**

Группа: \_\_\_\_\_ Студент: \_\_\_\_\_

№ зачетной книжки: \_\_\_\_\_

***Классовая адресация***

Адрес хоста: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_    Класс сети: \_\_\_\_    Кол-во хостов: \_\_\_\_\_

<b>Адреса</b>	<b>Десятичный вид</b>	<b>Двоичный вид</b>
Сеть	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____
Перв. хост	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____
Посл. хост	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____
Broadcast	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____

***Бесклассовая адресация***

Адрес хоста: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ / \_\_\_\_    Кол-во хостов: \_\_\_\_\_

<b>Адреса</b>	<b>Десятичный вид</b>	<b>Двоичный вид</b>
Сеть	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____
Маска	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____
Перв. хост	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____
Посл. хост	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____
Broadcast	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____

*Определение подсети заданного размера*

Адрес хоста: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_    Кол-во хостов: \_\_\_\_\_    Маска: / \_\_

<b>Адреса</b>	<b>Десятичный вид</b>	<b>Двоичный вид</b>
Сеть	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____
Маска	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____
Перв. хост	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____
Посл. хост	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____
Broadcast	____ . ____ . ____ . ____	_____ . _____ . _____ . _____

## Задание 4 Адресация IPv6

### 4.1. Цель работы

Изучить формат адреса IPv6 и процедуру его формирования.

### 4.2. Теоретические сведения

См. сторонние источники

### 4.3. Порядок выполнения задания

#### 4.3.1. Восстановление адреса IPv6

По заданному в табл. 4.1 сокращённому представлению адреса IPv6 записать полную форму адреса IPv6. Выделить префикс маршрутизации, адрес подсети и идентификатор интерфейса.

Варианты указаны согласно последним двум цифрам номера зачетной книжки (студенческого билета) студента.

*Таблица 4.1*

*Сокращенная форма адреса IPv6*

*Выбирается по последним двум цифрам номера зачетной книжки (студ. билета)*

Вариант	Адрес IPv6	Вариант	Адрес IPv6
1	12:143:0:0:1a3f::234	51	d321:0:d4::345:5
2	f42:3::43:0:21	52	12:10:0:e6f::242
3	ad::d23:0:3:45	53	::5:ed5:e212:0:2a
4	b:5e::7:502:0:83	54	4a:c8e::f97:15:7c5:70
5	35f:f3::39db:2b:40	55	d:2b5:172:f346:e::38f
6	::54:b:0:0:38f:73	56	0:cf6:6c:f62::ec9:10
7	321:110:48::a:0:526	57	fe6:70:497::8:d41:3dc
8	514::b9ca:8e:0:f8:b	58	4c:516::475:840:4:1d
9	1b:0:b::a32:1e	59	71::2a4:f2b8:e:2a7:47
10	5:e4::f97:cce:7d:f	60	181f:f:72c:38:b1d::b7
11	27:101::58cb:187:2fd	61	2a:1bd:2:2cd::c5:50
12	331::75e:9b4:70:3	62	47:dc6::8a:a0:ced:a8
13	7d:206:4::71:206	63	::39e:300:b:83:bd4:3
14	b5:392:af::dd4:52	64	b56a:2:93:65:b0::bc0
15	c:55e:d::707:1d:b	65	6b::1:c23:1b79:30:b80
16	0:bbd::f00:40:6a7	66	87d:6f:f6f:e0::e4:54a
17	::ec0:21:88c:0:784:1	67	477:ca::e0:773:61:a7
18	73d::2a:c05:7d:fa9:1	68	f9:8e:36:2c::e0:55c1
19	9d0:7:40::e86:10:c	69	1be:1:a94:dc:70::2

Таблица 4.1

## Сокращенная форма адреса IPv6

Выбирается по последним двум цифрам номера зачетной книжки (студ. билета)

Вариант	Адрес IPv6	Вариант	Адрес IPv6
20	2f:15f::ce9:1a:87	70	80::80:9c:6950:9:c31
21	78:60:0:69::2a4:6eb	71	8db:dc4:60::7e9:e:65
22	0:a3a:0:c3f::f3:8be	72	7647::3f:61c:50:cef
23	b0:0:b7a::93b:e:b54	73	1f6:7::3eb:11:c28:ed
24	4b3b:9::1d:781:10	74	d7:5:2f6:2:dc0::f0
25	602:79:e68::c7:b0:e0	75	a:5f9:900::c18:b1:ab
26	ac1:72:7:0:256c::d	76	2c7::112:1:67:7:642
27	70:0:37:d99::cab:4	77	dbd:59::286:4e72:3:20
28	2:f9c:ad::f4c:8:727	78	ffb:da:61:20:dbd::131
29	cf:14f:a::474:93:ed	79	af0::b39f:b:e98:ae:be
30	136:e:3b2:a89::f:434	80	84:60:2::4c5:b0:e1e
31	d:30:681:19::23e:9f	81	5d9::4fbb:c8:70:a
32	2f:89a:6::5a2:d60:2	82	bb:4ca:6:29d::90:c3
33	443::7d7:71:4f:6:9	83	1:5df::62c:be:2ed:50
34	50:0:463::c0a:23e:10	84	80:e00:d6::c3:ba4:46
35	5:6ae:a9:6e6::68:444	85	2f3::9cd:f117:f:bc:20
36	69:f52:1:6b:f89::6a	86	a0:ce:721::18a:20:3b
37	45:20::fa6:6:e9:7e3	87	440:308:89:2::2b7:83
38	7:d0:93a0:c4d::d:35d	88	f2::e6:f2:e:cee:dedb
39	ec5::b0:e8:5:203:cc	89	9ee:54:1a4:90:2::ed0
40	94:d14:20:5:ab2::3ee	90	0:10::6c:959:73:68e1
41	80:17::ce0:91:2bc	91	8f2:8:8f:7c4::bf:abf
42	7:ad0:b1::217:6:11e	92	4a:6e7:c7:b33:ed::23
43	147:e3::fb1:e:b6b:bb	93	9:56:2cf1:c89::b:53a
44	33::1df:ac:0:61:93	94	4f5:fdb::a:5e:d0:31c
45	4db::19cb:61:9f:0:63	95	3d:c46:3::bc2:3a4:6e
46	66:1f3:c:91e::afc:4	96	e8::f79:7:65:a82:8b42
47	3:4daa:e2:d8b:41::11	97	8f2:18:ff::4b1a:4:dc
48	93e:9:ee0:bd::ba:f	98	70:d1d::b10:0:dfa:f8
49	e2:99f:4f::48:f0:a38	99	2c:da:7f:87e:a3a::8
50	d:c627:7c:87a::dc3	00	74:f5::7f:20:887:dc0

## 4.3.2. Формирование адреса IPv6 из EUI-48

По заданному в табл. 4.2 локально-администрируемому адресу EUI-48 (MAC-адрес) сформировать link-local IPv6 адрес и запрошенный групповой

IPv6 адрес (solicited multicast). Оба адреса записать в полной и в сокращённой формах.

Варианты указаны согласно последним двум цифрам номера зачетной книжки (студенческого билета) студента.

Таблица 4.2

*Локально-администрируемые адреса EUI-48 (MAC-адреса)  
Выбираются по последним двум цифрам номера зачетной книжки (студ. билета)*

<b>Вариант</b>	<b>Адрес EUI-48</b>	<b>Вариант</b>	<b>Адрес EUI-48</b>
1	86:20:4d:e3:01:bf	51	4e:0f:a9:ad:ac:68
2	66:c0:f5:ec:c8:05	52	ae:57:50:59:ef:cc
3	c6:18:ef:b0:0e:6a	53	6e:98:7a:9c:d9:e4
4	0a:a3:30:72:4b:10	54	82:59:4f:17:1d:40
5	e6:49:cd:c0:4d:50	55	de:24:ff:dc:55:99
6	5a:0d:80:1a:b3:b7	56	8e:84:76:80:93:1a
7	aa:07:9f:3e:dc:68	57	46:42:f2:4a:eb:56
8	72:89:f4:35:06:70	58	2e:90:dd:9b:ce:a1
9	f2:bd:a2:65:55:b4	59	ca:47:83:4e:6e:a7
10	02:87:e5:fa:78:f3	60	46:43:d0:73:68:b1
11	4e:e6:16:ad:73:2c	61	5e:53:f1:f6:89:6b
12	56:e1:67:a3:c0:43	62	ea:60:f6:b8:6e:19
13	da:7e:1e:f2:90:af	63	a2:98:6b:1b:33:3d
14	5e:fa:e5:f6:67:e5	64	62:84:77:7c:bf:ae
15	06:a6:da:03:14:33	65	42:71:93:00:99:d5
16	4a:fe:af:15:30:5e	66	6e:92:11:ca:95:62
17	a6:5e:16:49:81:16	67	9a:1a:05:40:bd:c4
18	a2:a0:ea:9f:3e:38	68	8a:85:39:2f:c3:b5
19	36:97:b1:8c:45:ea	69	7e:82:5b:d3:ee:63
20	66:63:4d:15:eb:7f	70	da:93:19:a0:ad:a1
21	fe:bd:03:3d:bd:4a	71	72:ef:fe:3b:49:bc
22	32:65:b6:86:3c:db	72	96:3d:fd:38:a0:b7
23	da:05:99:80:a4:67	73	ce:15:b0:0e:00:8f
24	ee:07:d6:b7:7a:e2	74	be:76:c2:31:15:df
25	4e:cc:94:96:4c:d6	75	92:2f:66:68:92:65
26	b2:7e:02:f2:77:61	76	46:2e:e8:c6:07:ff
27	b6:45:93:c0:12:9c	77	ee:a2:8a:12:54:b3
28	ba:e9:67:30:be:b8	78	16:7c:cf:96:9d:a8
29	22:20:75:51:2d:cf	79	2a:2b:2b:f9:cf:9e
30	fe:ad:55:d1:39:90	80	b2:21:db:a8:ad:d8
31	4a:14:1f:e0:e4:4f	81	3a:d4:65:86:b4:d8
32	82:ac:ac:2a:5a:e7	82	1e:1d:ef:bd:96:84

Таблица 4.2

*Локально-администрируемые адреса EUI-48 (MAC-адреса)  
Выбираются по последним двум цифрам номера зачетной книжки (студ. билета)*

Вариант	Адрес EUI-48	Вариант	Адрес EUI-48
33	8a:f6:02:82:9f:76	83	d6:8b:f2:b8:6a:4c
34	a2:2a:e2:b2:23:14	84	be:65:a7:1c:b4:21
35	be:2a:62:dd:d6:f7	85	e2:df:ca:0b:c0:a5
36	22:f1:d6:e1:76:77	86	72:5b:9c:90:91:5f
37	c6:59:39:8d:2e:a5	87	5a:89:87:fc:31:58
38	3e:30:da:fb:0e:19	88	3a:c6:f4:da:c4:88
39	0e:3c:e9:11:f2:4f	89	aa:29:89:97:86:a9
40	c6:74:48:aa:52:25	90	22:39:dd:e8:90:5b
41	ae:f0:b3:b9:50:4d	91	6a:3b:ca:57:16:e1
42	76:f3:1d:ea:f0:e8	92	9e:e7:c1:b6:27:0f
43	b6:ae:13:c7:9f:1e	93	d2:08:4f:cb:4e:42
44	9e:a3:07:65:6a:94	94	1a:0e:04:ce:ce:00
45	36:10:2c:07:b6:45	95	aa:a3:cc:03:0f:ce
46	96:e8:4f:c4:46:7d	96	26:d5:fd:65:33:05
47	42:77:42:73:2c:b8	97	ba:28:f0:d6:70:30
48	1a:ba:5b:77:e6:45	98	96:31:d6:56:09:47
49	42:7d:36:ee:5f:2d	99	22:23:70:6c:b6:7a
50	56:81:11:4e:5f:c6	00	a2:bb:f2:79:57:c0

### 4.3.3. Разбиение блока адресов IPv6 на подсети с использованием идентификатора интерфейса

По заданному в табл. 4.3 количеству хостов в подсети произвести разбиение блока адресов IPv6 на подсети с использованием идентификатора интерфейса. Префикс маршрутизации взять из адреса IPv6, заданного в табл. 4.1. Указать адрес первой, второй и последней подсетей блока. Результат записать в полной и в сокращённой формах.

Варианты указаны согласно последней цифре номера зачетной книжки (студенческого билета) студента.

Таблица 4.3

*Заданное количество хостов в подсети  
Выбирается по последней цифре номера зачетной книжки (студ. билета)*

Вариант	Кол-во хостов	Вариант	Кол-во хостов
1	$4,5 \cdot 10^{15}$	6	$2,8 \cdot 10^{14}$
2	$1,7 \cdot 10^{13}$	7	$1,0 \cdot 10^{12}$
3	$6,8 \cdot 10^{10}$	8	$4,2 \cdot 10^9$
4	$2,6 \cdot 10^8$	9	$1,6 \cdot 10^7$

Таблица 4.3

*Заданное количество хостов в подсети  
Выбирается по последней цифре номера зачетной книжки (студ. билета)*

<b>Вариант</b>	<b>Кол-во хостов</b>	<b>Вариант</b>	<b>Кол-во хостов</b>
5	$1,0 \cdot 10^6$	0	$7,2 \cdot 10^{16}$

**Бланк к практической работе 4**  
**Адресация IPv6**

Группа: \_\_\_\_\_ Студент: \_\_\_\_\_

№ зачетной книжки: \_\_\_\_\_

***Восстановление адреса IPv6***

Сокр. адрес IPv6: \_\_\_\_\_

Полный адрес IPv6: \_\_\_\_\_

***Формирование адреса IPv6 из EUI-48***

Адрес EUI-48: \_\_\_\_\_

Адрес EUI-64: \_\_\_\_\_

Link-local IPv6 (полн.): \_\_\_\_\_

Link-local IPv6 (сокр.): \_\_\_\_\_

Solic. mult. IPv6 (полн.): \_\_\_\_\_

Solic. mult. IPv6 (сокр.): \_\_\_\_\_

***Разбиение блока адресов IPv6 на подсети с использованием  
идентификатора интерфейса***

Префикс маршр.: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Кол-во хостов: \_\_\_\_\_

Первая подсеть (полн.): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Первая подсеть (сокр.): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Вторая подсеть (полн.): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Вторая подсеть (сокр.): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Послед. подсеть (полн.): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Послед. подсеть (сокр.): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**Владимиров Сергей Сергеевич**

**ПРОТОКОЛЫ, СЕРВИСЫ И УСЛУГИ В IP-СЕТЯХ**

**Контрольная работа**

Редакционно-издательский отдел СПбГУТ  
191186 СПб., наб. р. Мойки, 61  
Отпечатано в СПбГУТ