

**Цель работы:** изучение принципов построения сетей по стандарту Ethernet и приобретение практических навыков оценки корректности их конфигурации.

**Необходимое оборудование:** калькулятор.

### 1.1 Критерии корректности конфигурации

Соблюдение многочисленных ограничений, установленных для различных стандартов физического уровня сетей Ethernet, гарантирует корректную работу

сети (естественно, при исправном состоянии всех элементов физического уровня). Основные характеристики и ограничения технологии Ethernet приведены в

таблицах 1.1 и 1.2.

Наиболее часто приходится проверять ограничения, связанные с длиной отдельного сегмента кабеля, а также количеством повторителей и общей длиной сети.

Правила «5-4-3» для коаксиальных сетей и «4 хабов» для сетей на основе витой пары и оптоволокну не только дают гарантии работоспособности сети, но

и оставляют большой «запас прочности» сети. Например, если посчитать время двойного оборота в сети, состоящей из 4 повторителей 10Base-5 и 5 сегментов

максимальной длины 500 м, то окажется, что оно составляет 537 битовых интервала. А так как время передачи кадра минимальной длины (вместе с преамбулой), составляющей 72 байт, равно 575 битовым интервалам, то видно, что разработчики стандарта Ethernet оставили 38 битовых интервала в качестве запаса для обеспечения надежности. Тем не менее в документах комитета IEEE 802.3 утверждается, что и 4 дополнительных битовых интервала создают достаточный запас надежности.

Комитет IEEE 802.3 приводит исходные данные о задержках (таблицы 1.3 и 1.4), вносимых повторителями и различными средами передачи данных, для тех специалистов, которые хотят самостоятельно рассчитывать максимальное количество повторителей и максимальную общую длину сети, не довольствуясь

теми значениями, которые приведены в правилах «5-4-3» и «4 хабов». Особенно такие расчеты полезны для сетей, состоящих из смешанных кабельных систем, например, коаксиала и оптоволокну, на которые правила о количестве повторителей не рассчитаны. При этом максимальная длина каждого отдельного физического сегмента должна строго соответствовать стандарту, то есть 500 м для «толстого» коаксиала, 100 м для витой пары и т. д.

Чтобы сеть Ethernet, состоящая из сегментов различной физической природы, работала корректно, необходимо выполнение четырех основных условий:

- количество станций в сети – не более 1024;
- максимальная длина каждого физического сегмента – не более величины, определенной в соответствующем стандарте физического уровня;
- время двойного оборота сигнала (Path Delay Value, PDV) между двумя самыми удаленными друг от друга станциями сети – не более 575 битовых интервалов;
- сокращение межкадрового интервала (Path Variability Value, PVV) при прохождении последовательности кадров через все повторители – не больше, чем 49 битовых интервалов (так как при отправке кадров конечные узлы обеспечивают начальное межкадровое расстояние в 96 битовых интервалов, то после прохождения повторителя оно должно быть не меньше, чем  $96 - 49 = 47$  битовых интервалов).



Соблюдение этих требований обеспечивает корректность работы сети даже в случаях, когда нарушаются простые правила конфигурирования, определяющие максимальное количество повторителей и общую длину сети в 2500 м.

### 1.2 Методика расчета времени двойного оборота и уменьшения межкадрового интервала.

Для упрощения расчетов обычно используются справочные данные IEEE, содержащие значения задержек распространения сигналов в повторителях, приемопередатчиках и различных физических средах (таблица 1.3).

Битовый

интервал обозначен как  $bt$ .

Комитет 802.3 старался максимально упростить выполнение расчетов, поэтому данные, приведенные в таблице, включают сразу несколько этапов прохождения сигнала. Например, задержки, вносимые повторителем, состоят из задержки входного трансивера, задержки блока повторения и задержки выходного трансивера. Тем не менее в таблице все эти задержки представлены одной величиной, названной базой сегмента.

Чтобы не нужно было два раза складывать задержки, вносимые кабелем, в таблице даются удвоенные величины задержек для каждого типа кабеля.

В таблице используются также такие понятия, как левый сегмент, правый сегмент и промежуточный сегмент.

Поясним эти термины на примере сети,

приведенной на рисунке 1.1. Левым сегментом называется сегмент, в котором начинается путь сигнала от выхода передатчика конечного узла. На рисунке 1.1

это сегмент 1. Затем сигнал проходит через промежуточные сегменты 2-5 и доходит до приемника наиболее

удаленного узла наиболее удаленного сегмента 6,

который называется правым. Именно здесь в худшем случае происходит столкновение кадров и возникает коллизия.

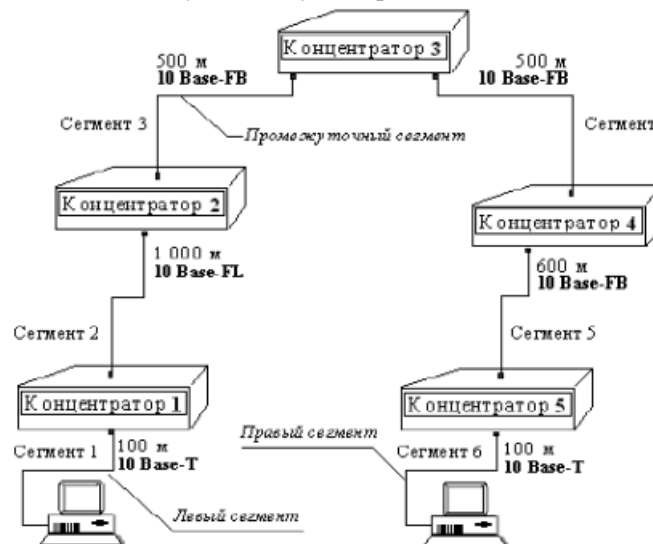


Рисунок 1.1 – Пример сети Ethernet, состоящей из сегментов различных физических стандартов

С каждым сегментом связана постоянная задержка, названная базой, которая зависит только от типа сегмента и от положения сегмента на пути сигнала

(левый, промежуточный или правый). База правого сегмента, в котором возникает коллизия, намного превышает базу левого и промежуточных сегментов.

Кроме этого, с каждым сегментом связана задержка распространения сигнала вдоль кабеля сегмента, которая зависит от длины сегмента и вычисляется

путем умножения времени распространения сигнала по одному метру кабеля (в битовых интервалах) на длину кабеля в метрах.

Расчет PDV заключается в вычислении задержек, вносимых каждым отрезком кабеля (приведенная в таблице задержка сигнала на 1 м кабеля умножается на длину сегмента), а затем суммировании этих задержек с базами левого, промежуточных и правого сегментов. Общее значение PDV не должно превышать 575

Так как левый и правый сегменты имеют разные величины базовой задержки, то в случае различных типов сегментов на удаленных краях сети необходимо выполнить расчеты дважды: один раз принять в качестве левого сегмента сегмент одного типа, а во второй – сегмент другого типа. Результатом можно считать максимальное значение PDV.

Чтобы признать конфигурацию сети корректной, нужно рассчитать также уменьшение межкадрового интервала повторителями, то есть величину PVV.

Для расчета PVV также можно воспользоваться значениями максимальных величин уменьшения межкадрового интервала при прохождении повторителей различных физических сред, рекомендованными IEEE и приведенными в таблице 1.4.

### 1.3 Пример расчета конфигурации сети

В примере крайние сегменты сети принадлежат к одному типу – стандарту 10Base-T, поэтому двойной расчет не требуется.

Приведенная на рисунке 1.1 сеть в соответствии с правилом «4 хабов» не является корректной – в сети между узлами сегментов 1 и 6 имеются 5 хабов, хотя не все сегменты являются сегментами 10Base-FB. Кроме того, общая длина сети равна 2800 м, что нарушает правило 2500 м. Рассчитаем значение PDV.

Левый сегмент 1:

$$15,3 \text{ (база)} + 100 \cdot 0,113 = 26,6$$

Промежуточный сегмент 2:

$$33,5 + 1000 \cdot 0,1 = 133,5$$

Промежуточный сегмент 3:

$$24 + 500 \cdot 0,1 = 74,0$$

Промежуточный сегмент 4:

$$24 + 500 \cdot 0,1 = 74,0.$$

Промежуточный сегмент 5:

$$24 + 600 \cdot 0,1 = 84,0$$

Правый сегмент 6:

$$165 + 100 \cdot 0,113 = 176,3.$$

Сумма всех составляющих дает значение PDV, равное 568,4.

Так как значение PDV меньше максимально допустимой величины 575, то эта сеть проходит по критерию времени двойного оборота сигнала несмотря на то, что ее общая длина превышает 2500 м, а количество повторителей больше 4

Рассчитаем значение PVV.

Левый сегмент 1 10Base-T: сокращение в 10,5 bt.

Промежуточный сегмент 2 10Base-FL: 8

Промежуточный сегмент 3 10Base-FB: 2

Промежуточный сегмент 4 10Base-FB: 2

Промежуточный сегмент 5 10Base-FB: 2

Сумма этих величин дает значение PVV, равное 24,5, что меньше предельного значения в 49 битовых интервала.

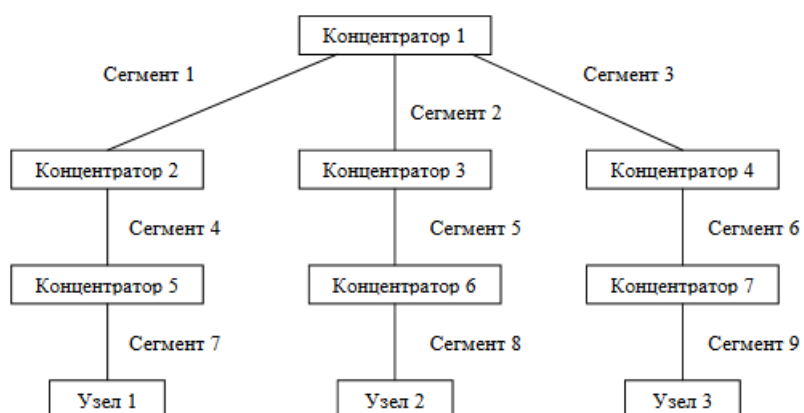
В результате сеть соответствует стандартам Ethernet по всем параметрам.

### 1.4 Задание на лабораторную работу

1 Ознакомиться с теоретическим материалом.

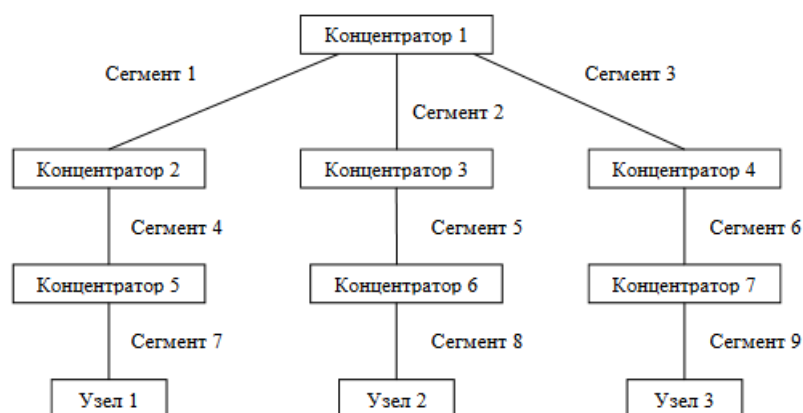
2 Произвести оценку конфигурации сети в соответствии с вариантом:

### Вариант 1



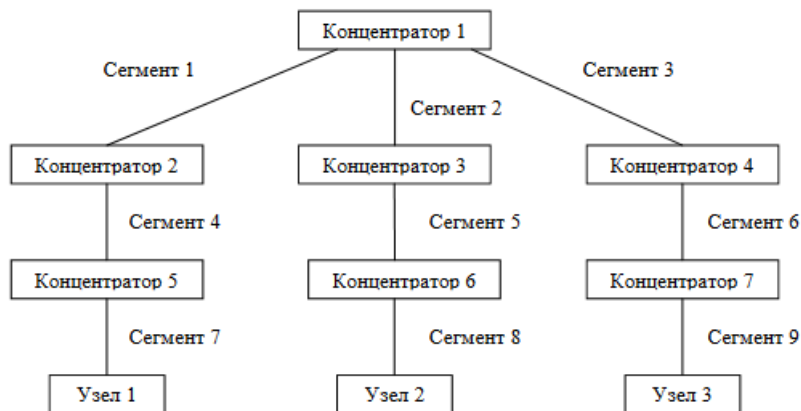
	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1	+			500
Сегмент 2	+			300
Сегмент 3	+			400
Сегмент 4		+		1000
Сегмент 5		+		300
Сегмент 6		+		400
Сегмент 7			+	100
Сегмент 8			+	50
Сегмент 9			+	100

### Вариант 2



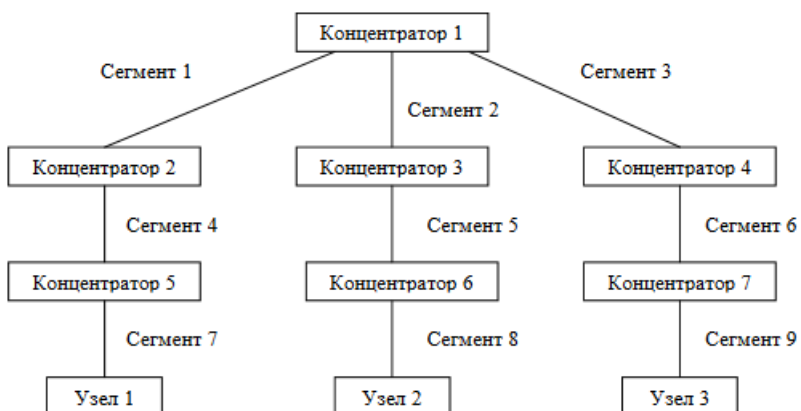
	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1		+		700
Сегмент 2	+			400
Сегмент 3	+			400
Сегмент 4		+		700
Сегмент 5		+		200
Сегмент 6	+			500
Сегмент 7			+	80
Сегмент 8			+	100
Сегмент 9			+	80

### Вариант 3



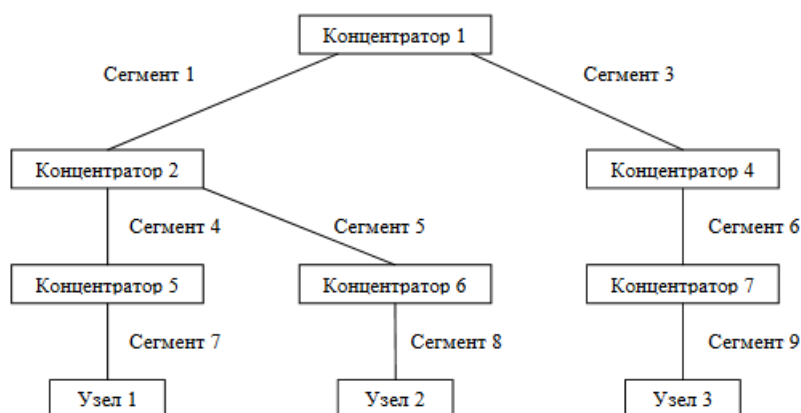
	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1	+			1000
Сегмент 2		+		200
Сегмент 3		+		200
Сегмент 4		+		400
Сегмент 5	+			300
Сегмент 6		+		200
Сегмент 7			+	100
Сегмент 8			+	100
Сегмент 9			+	40

### Вариант 4



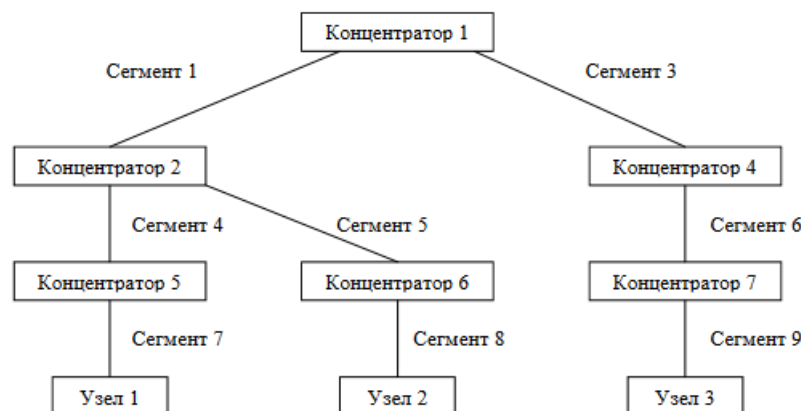
	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1		+		600
Сегмент 2		+		400
Сегмент 3		+		200
Сегмент 4	+			800
Сегмент 5	+			500
Сегмент 6	+			800
Сегмент 7			+	50
Сегмент 8			+	100
Сегмент 9			+	50

### Вариант 5



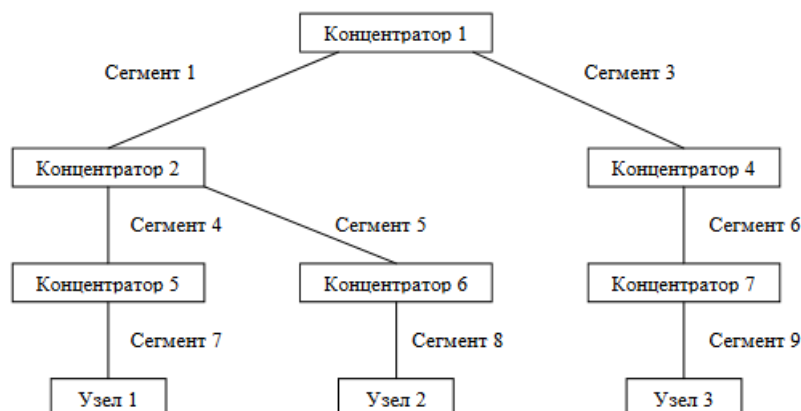
	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1	+			400
Сегмент 3	+			500
Сегмент 4		+		1100
Сегмент 5		+		1100
Сегмент 6		+		600
Сегмент 7			+	100
Сегмент 8			+	100
Сегмент 9			+	100

### Вариант 6



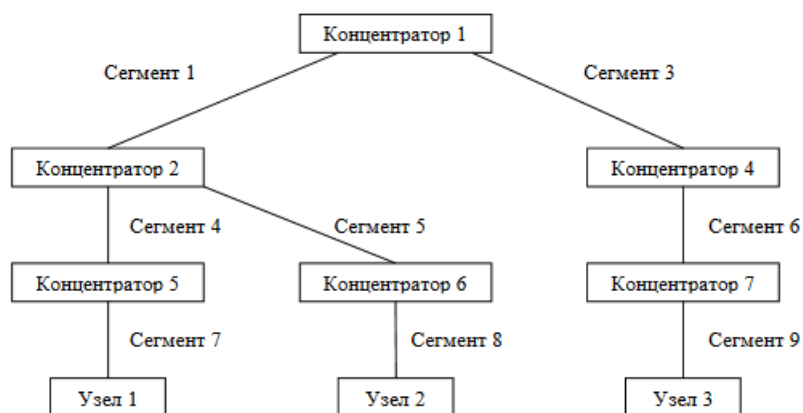
	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1	+			500
Сегмент 3		+		500
Сегмент 4	+			1000
Сегмент 5	+			1000
Сегмент 6		+		500
Сегмент 7			+	80
Сегмент 8			+	80
Сегмент 9			+	100

### Вариант 7



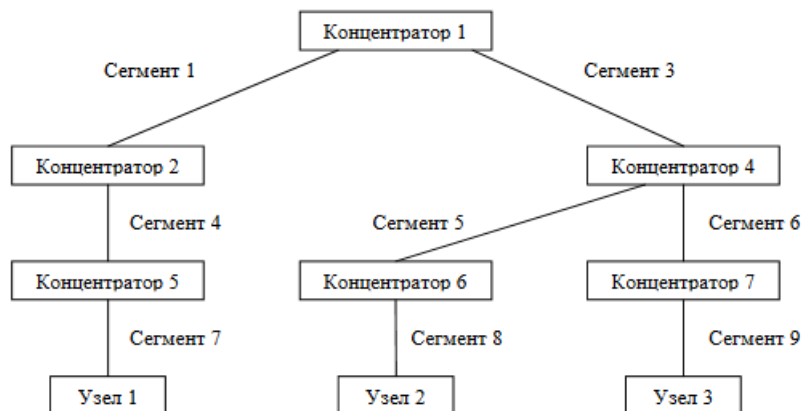
	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1		+		1000
Сегмент 3	+			1000
Сегмент 4		+		600
Сегмент 5		+		600
Сегмент 6	+			400
Сегмент 7			+	60
Сегмент 8			+	60
Сегмент 9			+	90

### Вариант 8



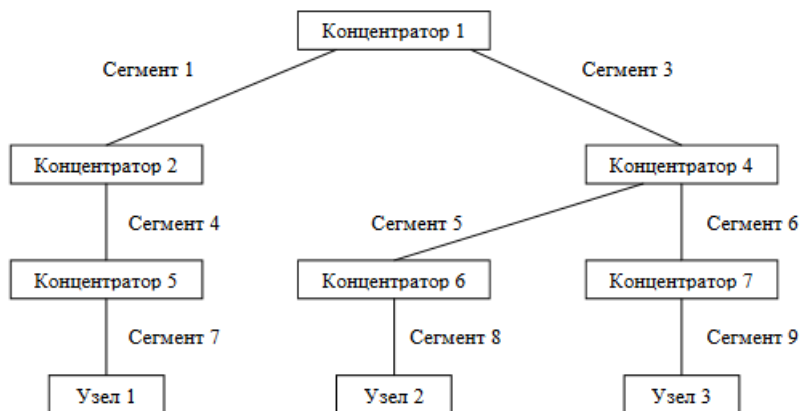
	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1		+		900
Сегмент 3		+		900
Сегмент 4	+			700
Сегмент 5	+			700
Сегмент 6	+			500
Сегмент 7			+	70
Сегмент 8			+	70
Сегмент 9			+	100

### Вариант 9



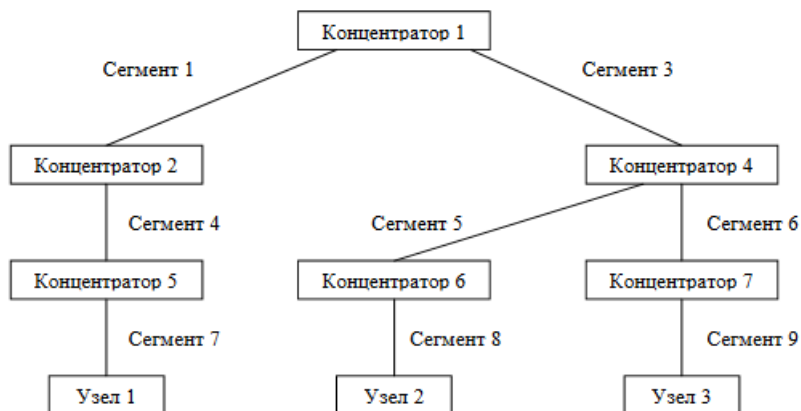
	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1	+			400
Сегмент 3	+			500
Сегмент 4		+		1100
Сегмент 5		+		1100
Сегмент 6		+		600
Сегмент 7			+	100
Сегмент 8			+	100
Сегмент 9			+	100

### Вариант 10



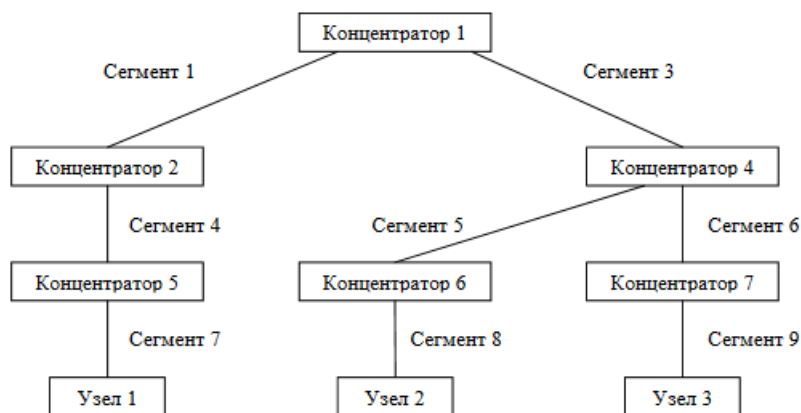
	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1	+			500
Сегмент 3		+		500
Сегмент 4	+			1000
Сегмент 5	+			1000
Сегмент 6		+		500
Сегмент 7			+	80
Сегмент 8			+	80
Сегмент 9			+	100

### Вариант 11



	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1		+		1000
Сегмент 3	+			1000
Сегмент 4		+		600
Сегмент 5		+		600
Сегмент 6	+			400
Сегмент 7			+	60
Сегмент 8			+	60
Сегмент 9			+	90





	10 Base-FB	10 Base-FL	10 Base-T	Длина, м
Сегмент 1		+		600
Сегмент 3		+		600
Сегмент 4	+			900
Сегмент 5	+			1000
Сегмент 6	+			500
Сегмент 7			+	70
Сегмент 8			+	80
Сегмент 9			+	90

## 1.5 Справочные данные IEEE

Таблица 1.1 – Общие ограничения для всех стандартов Ethernet

Характеристика	Значение
Номинальная пропускная способность	10 Мбит/с
Максимальное число станций в сети	1024
Максимальное расстояние между узлами в сети	2500 м (в 10Base-FB – 2750 м)
Максимальное число коаксиальных сегментов в сети	5

Таблица 1.2 – Параметры спецификаций физического уровня для стандарта Ethernet

Параметр	10Base-5	10Base-2	10Base-T	10Base-F
Кабель	Толстый коаксиальный кабель RG-8 или RG-11	Тонкий коаксиальный кабель RG-58	Неэкранированная витая пара категорий 3,4,5	Многомодовый волоконно-оптический кабель
Максимальная длина сегмента, м	500	185	100	2000
Максимальное расстояние между узлами сети (при использовании повторителей), м	2500	925	500	2500 (2740 для 10Base-FB)

Параметр	10Base-5	10Base-2	10Base-T	10Base-F
Максимальное число станций в сегменте	100	30	1024	1024
Максимальное число повторителей между любыми станциями сети	4	4	4	4 (5 для 10Base-FB)

Таблица 1.3 – Данные для расчета значения PDV

Тип сегмента	База левого сегмента, bt	База промежуточного сегмента, bt	База правого сегмента, bt	Задержка среды на 1 м, bt	Максимальная длина сегмента, м
10Base-5	11,8	46,5	169,5	0,0866	500
10Base-2	11,8	46,5	169,5	0,1026	185
10Base-T	15,3	42,0	165,0	0,113	100
10Base-FB	–	24,0	–	0,1	2000
10Base-FL	12,3	33,5	156,5	0,1	2000
FOIRL	7,8	29,0	152,0	0,1	1000
AUI (>2 м)	0	0	0	0,1026	2+48

Таблица 1.4 – Уменьшение межкадрового оинтервала повторителями

Тип сегмента	Передающий сегмент, bt	Промежуточный сегмент, bt
10Base-5 или 10Base-2	16	11
10Base-FB	–	2
10Base-FL	10,5	8
10Base-T	10,5	8

Добавить ответ на задание

Состояние ответа

Состояние ответа на задание	Ответы на задание еще не представлены
Состояние оценивания	Не оценено

Информация

Официальный сайт ФГБОУ ВО  
Белгородский ГАУ

Личный кабинет преподавателя  
и студента

Расписание

Отдел электронных  
образовательных ресурсов и  
сетевого обучения

Структура университета

Контакты

308503, Белгородская обл.,  
Белгородский р-н, п. Майский, ул.  
Вавилова, 1, отдел электронных  
образовательных ресурсов и  
сетевого обучения, №321 (с 8.00 до  
17.00, перерыв 12.00-13.00)

☎ Телефон : +7 (4722) 39-22-51 (по  
вопросам ЭИОС). По вопросам  
справок: +7 (4722) 38-05-17 (МФЦ  
БелГАУ)

✉ Эл.почта : help@belgau.ru

