

# Лекция

***Тема лекции:  
«Выбор конфигурации сетей  
Ethernet и Fast Ethernet»***

# Выбор конфигурации Ethernet

При выборе конфигурации сети Ethernet, возникает много вопросов.

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.

применяются промежуточные устройства двух основных типов:

Репитерные концентраторы (хабы);

Коммутаторы.

При использовании более сложных коммутаторов конфликты в отдельных сегментах решаются на месте.

Принципиальное значение для выбора топологии сети Ethernet, с методом доступа CSMA/CD предполагает наличие конфликтов и их разрешение, причем общая длина сети как раз и определяется размером *зоны конфликта*, области коллизии (collision domain).

В случае применения коммутатора оценивать работоспособность надо для каждого сегмента сети отдельно, а при использовании репитерных концентраторов – для сети в целом.

## При выборе и оценке конфигурации Ethernet используются две основные модели

### **Правила модели 1**

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. "правило 5-4-3".

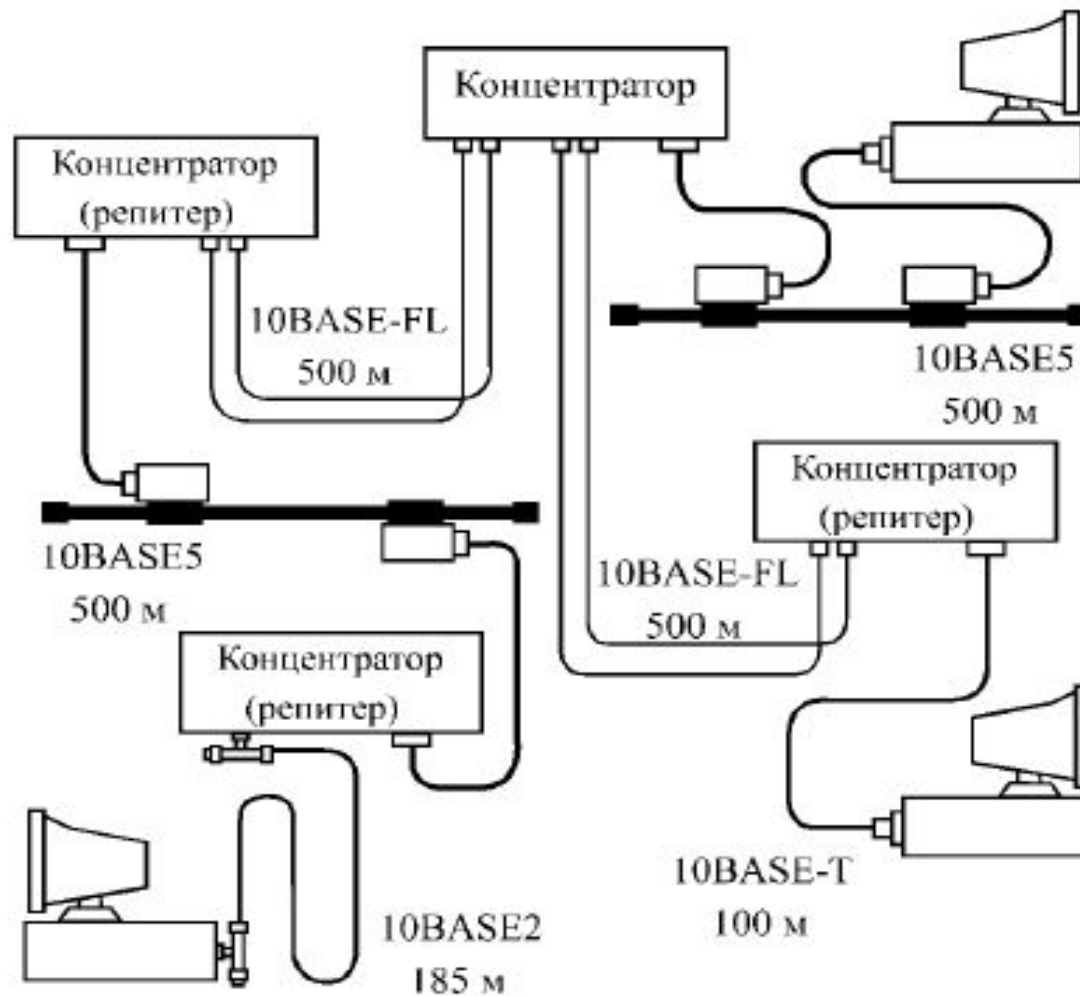
4. Если путь между абонентами состоит из четырех сегментов и трех концентраторов (репитеров), то должны выполняться следующие условия:

- максимальная длина оптоволоконного кабеля сегмента 10BASE-FL, соединяющего между собой концентраторы (репитеры), не должна превышать 1000 метров;

- максимальная длина оптоволоконного кабеля сегмента 10BASE-FL, соединяющего концентраторы (репитеры) с компьютерами, не должна превышать 400 метров;

- ко всем сегментам могут подключаться компьютеры.

При выполнении перечисленных правил можно быть уверенным, что сеть будет работоспособной. Никаких дополнительных расчетов в данном случае не требуется.



**Пример максимальной конфигурации в соответствии с первой моделью**



## Расчет по модели 2

Вторая модель, применяемая для оценки конфигурации Ethernet, основана на точном расчете временных характеристик выбранной конфигурации сети.

В модели 2 используются две системы расчетов:

- первая система предполагает вычисление *двойного (кругового) времени прохождения сигнала по сети* и сравнение его с максимально допустимой величиной;
- вторая система проверяет допустимость величины получаемого межпакетного временного интервала, межпакетной щели (IPG – InterPacket Gap) в сети.

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.*

Для расчетов используются величины задержек, представленные в таблице:

Тип сегмента Ethernet	Макс. длина, м	Начальный сегмент		Промежуточный сегмент		Конечный сегмент		Задержка на метр длины $t_1$
		$t_0$	$t_m$	$t_0$	$t_m$	$t_0$	$t_m$	
10BASE5	500	11,8	55,0	46,5	89,8	169,5	212,8	0,087
10BASE2	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

**Величины задержек для расчета двойного времени прохождения сигнала (задержки даны в битовых интервалах)**

## Методика расчета сводится к следующему:

1. В сети выделяется *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:

$t_s = L * t_1 + t_o$ , 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 512 битовых интервалов.

5. Затем необходимо проделать те же действия для обратного направления выбранного пути.

6. Если задержки в обоих случаях не превышают величины 512 битовых интервалов, то сеть считается работоспособной.

К примеру, можно произвести расчет, считая *начальным сегментом* 10BASE2, а *конечным* 10BASE-T:

1. *Начальный сегмент* 10BASE2 имеет максимально допустимую длину (185 метров), для него следует взять из таблицы величину задержки 30,8.

2. *Промежуточный сегмент* 10BASE5 также имеет максимально допустимую длину (500 метров), поэтому для него нужно взять из таблицы величину задержки 89,8.

3. Оба *промежуточных сегмента* 10BASE-FL имеют длину 500 метров, следовательно, задержка каждого из них будет вычисляться по формуле:

$$500 * 0,100 + 33,5 = 83,5$$

*Конечный сегмент* 10BASE-T имеет максимально допустимую длину (100 метров), поэтому величина задержки для него в таблице равняется 176,3.

В *путь наибольшей длины* входят также шесть AUI-кабелей: два из них (в сегменте 10BASE5) показаны на рисунке, а четыре (в двух сегментах 10BASE-FL) не показаны, но в реальности вполне могут присутствовать. Можно считать, что суммарная длина всех этих кабелей равна 200 метрам, то есть четырем максимальным длинам.

Тогда задержка на всех AUI-кабелях будет равна:

$$4 * 5,1 = 20,4$$

В результате суммарная задержка для всех пяти сегментов составит:

$$30,8 + 89,8 + 83,5 + 83,5 + 176,3 + 20,4 = 484,3$$

что меньше, чем предельно допустимая величина **512**, то есть сеть работоспособна.



Теперь можно рассчитать суммарную задержку для того же пути, но в обратном направлении.

При этом *начальным сегментом* будет 10BASE-T, а *конечным* – 10BASE2. В результате в конечной сумме изменятся только два слагаемых (*промежуточные сегменты остаются промежуточными*). Для *начального сегмента* 10BASE-T максимальной длины задержка составит 26,6 битовых интервалов, а для *конечного сегмента* 10BASE2 максимальной длины задержка составит 188,5 битовых интервалов.

Суммарная задержка будет равняться:

???

Второй расчет, применяемый в модели 2, проверяет соответствие стандарту величины межпакетного интервала (IPG).

Эта величина изначально не должна быть меньше, чем 96 битовых интервалов (9,6 мкс).

Допустимое *сокращение IPG* определено стандартом в 49 битовых интервалов (4,9 мкс).

*Конечный сегмент* не вносит вклада в сокращение межпакетного интервала, так как пакет доходит по нему до принимающего компьютера без прохождения репитеров и концентраторов.

Таблица. Величины сокращения межпакетного интервала (*IPG*) для разных сегментов Ethernet

<b>Сегмент</b>	<b>Начальный</b>	<b>Промежуточный</b>
10BASE2	16	11
10BASE5	16	11
10BASE-T	16	11
10BASE-FL	11	8

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

Для примера стоит обратиться все к той же конфигурации, показанной на рисунке. *Максимальный путь* здесь – между двумя нижними по рисунку компьютерами. В качестве *начального сегмента* 10BASE2. Для него *сокращение межпакетного интервала* равно 16. Далее следуют *промежуточные сегменты*: 10BASE5 (величина *сокращения* равна 11) и два сегмента 10BASE-FL (каждый из них внесет свой вклад по 8 битовых интервалов). В результате суммарное *сокращение межпакетного интервала* составит:

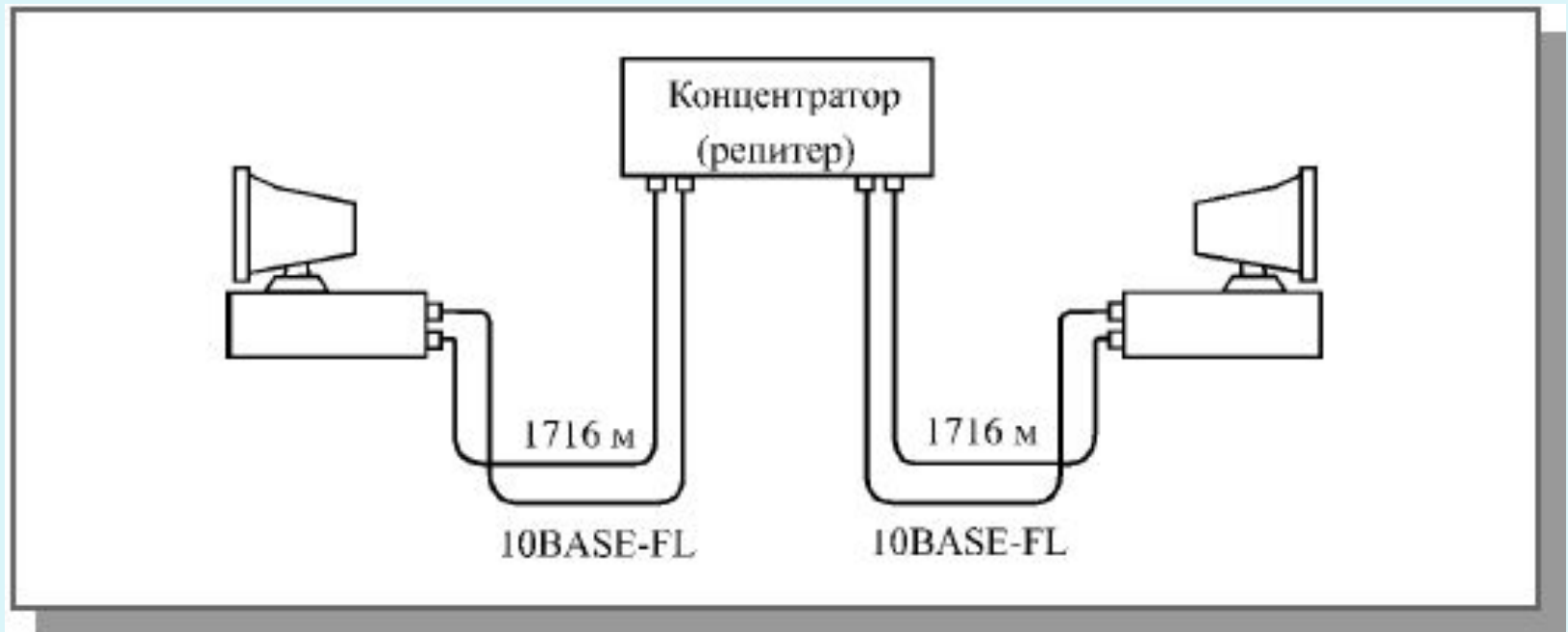
$$16 + 11 + 8 + 8 = 43,$$

Вычисления для обратного направления по этому же пути дадут тот же результат.

# Лекция

***Тема лекции:  
«Выбор конфигурации сетей  
Ethernet и Fast Ethernet»***

# Простейшая конфигурация сети из двух сегментов 10BASE-FL, соединенных концентратором



**Сеть Ethernet максимально возможной длины**

Из таблицы видно, что при выборе максимальной длины обоих сегментов по 2000 метров суммарная двойная задержка распространения составит:

$$212,3 + 356,5 = 568,8$$

Это значительно больше допустимой величины 512.

При двух одинаковых сегментах 10BASE-FL длина каждого из них не должна превышать 1716 метров. Двойная задержка распространения при этом будет вычисляться так:

$$12,3 + 1716 \times 0,1 + 156,5 + 1716 \times 0,1 = 512$$

И общая длина сети при этом составит 3432 метра.



Следует отметить, что сегменты в конфигурации на слайде 23 могут быть и разной длины, но их общая длина не должна превышать 3432 метров.

Допустим, имеется конфигурация из пяти сегментов 10BASE-T предельно допустимой длины (100 метров), соединенных между собой четырьмя концентраторами. Задержка *начального сегмента* составит **26,6** битовых интервалов. Задержка *конечного сегмента* будет равна **176,3** битовых интервалов. Задержка *трех промежуточных сегментов* будет **53,3** битовых интервала на каждый сегмент.

Итого суммарная задержка равняется:

???????

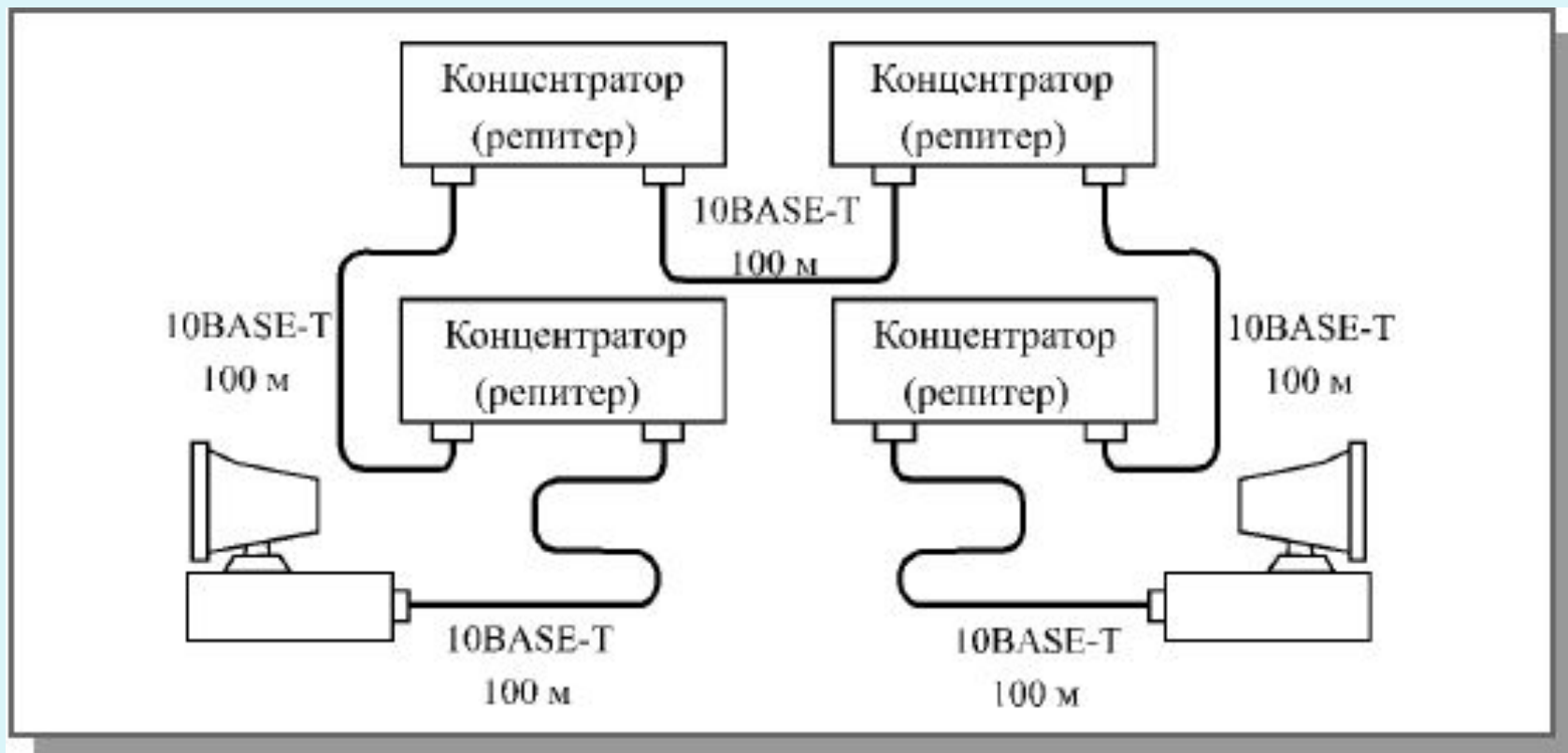
Можно добавить еще два 100-метровых *промежуточных сегмента*, которые дадут еще **106,6**, увеличив количество сегментов до 7, а число концентраторов до 6. И еще останется запас в **42,6** битовых интервалов.

Можно подсчитать величину *сокращения межпакетного интервала* при такой конфигурации.

Один *начальный сегмент* даст **16** битовых интервалов.  
Шесть *промежуточных сегментов* дадут **77** битовых интервалов.  
В сумме получится **93** битовых интервала, что значительно превышает разрешенные **49** битовых интервалов.

Поэтому в данном случае предельная длина сети будет ограничена всего лишь пятью сегментами, которые сократят межпакетный интервал на величину

$$16 + 11 * 3 = 49 \text{ битовых интервалов.}$$



**Сеть Ethernet максимального размера на витой паре**

Например, если один путь состоит из пяти коротких сегментов (электрических и оптоволоконных) и четырех концентраторов, а другой путь имеет всего два оптоволоконных сегмента, но зато с суммарной длиной, близкой к максимально возможной, то первый даст максимальное *сокращение IPG*, а второй – максимальную задержку прохождения сигнала.

Условие работоспособности сети будет состоять в том, что задержки всех путей должны быть меньше 512 битовых интервалов, а величины *сокращения IPG* для всех путей должны быть меньше 49 битовых интервалов.

Неоднозначность *пути максимальной длины* надо учитывать только в том случае, когда в сети присутствует больше четырех концентраторов.

Таким образом, для оценки работоспособности той или иной конфигурации можно использовать обе модели (модель 1 и модель 2), хотя для сложных топологий и предельно длинных сегментов предпочтительнее вторая (числовая) модель.

Если расчеты показывают, что сеть неработоспособна, то для преодоления этих ограничений предлагаются следующие методы:

1. Уменьшение длины кабелей.
2. Уменьшение количества концентраторов.
3. Выбор кабеля с наименьшей задержкой.
4. Разбиение сети на две части или более с помощью коммутатора – более радикальный метод.
5. Переход на другую локальную сеть (самый радикальный метод).



# Выбор конфигурации Fast Ethernet

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. Вторая модель использует систему точных расчетов с реальными временными характеристиками кабелей.

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 не должны быть длиннее 50 сантиметров.

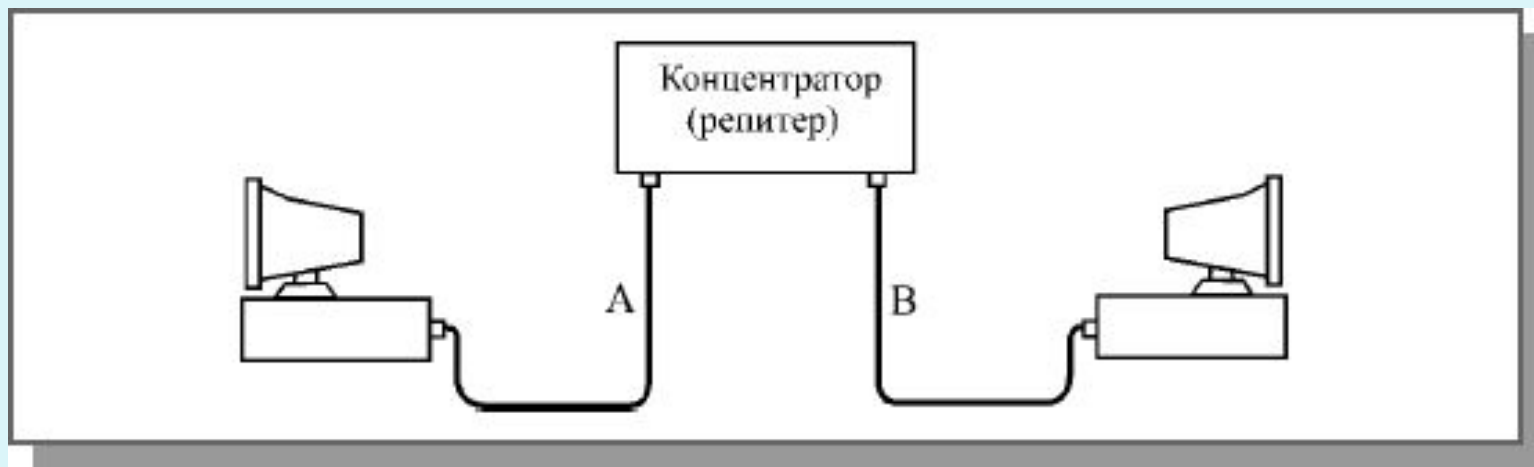
## **Модель 1 выделяет три возможные конфигурации сети Fast Ethernet:**

Соединение двух абонентов (узлов) сети напрямую, без репитера или концентратора. Такое сопряжение называется соединением DTE-DTE или двухточечным.



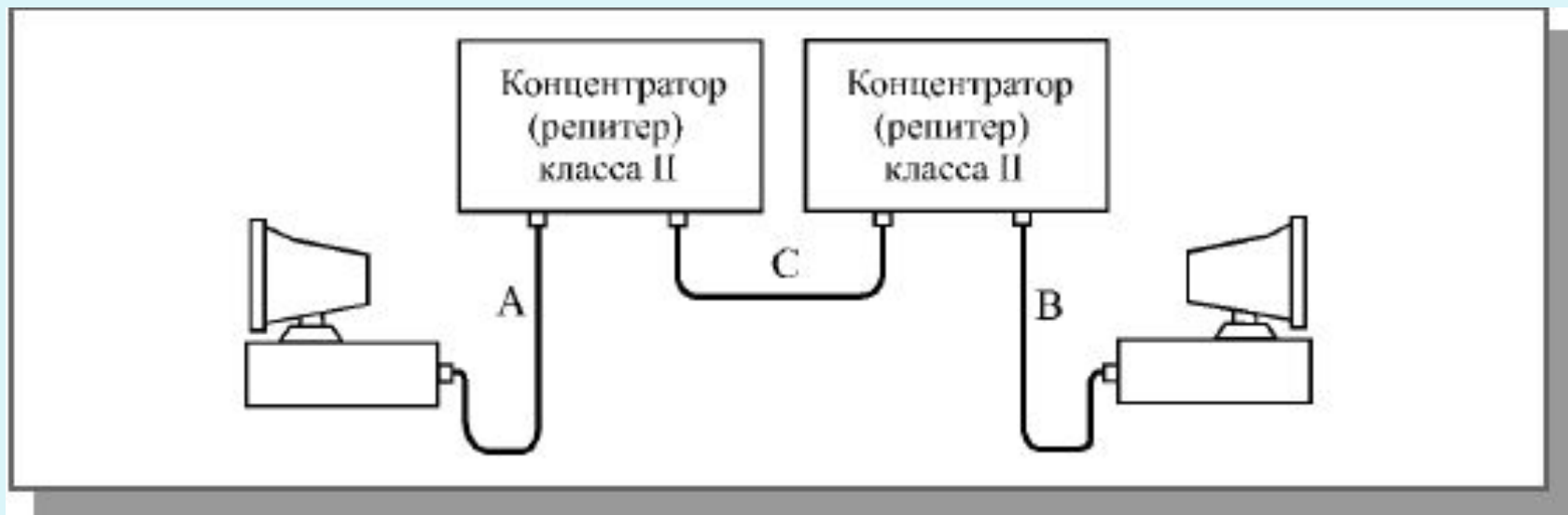
**Двухточечное соединение компьютеров без концентратора**

## Соединение двух абонентов сети с помощью одного репитерного концентратора класса I или класса II



**Соединение с одним концентратором**

Соединение двух абонентов сети с помощью двух репитерных концентраторов класса II.



**Соединение с двумя концентраторами**

В случае выбора первой конфигурации (двухточечной) правила модели 1 предельно просты.

В случае применения второй конфигурации (с одним концентратором) надо ограничивать длину кабелей А и В сети в соответствии с таблицей 1.

В случае выбора третьей конфигурации сети (с двумя концентраторами) надо ограничивать длину кабелей А и В в соответствии с таблицей 2. При этом по умолчанию предполагается, что кабель С имеет длину 5 метров.

В обеих конфигурациях с концентраторами при использовании одновременно электрического и оптоволоконного кабелей можно за счет уменьшения длины электрического кабеля увеличить длину оптоволоконного.

**Таблица 1. Максимальная длина кабелей в конфигурации с одним концентратором**

Вид кабеля А	Вид кабеля В	Класс концентратора	Макс. длина кабеля А, м	Макс. длина кабеля В, м	Макс. размер сети, м
ТХ, Т4	ТХ, Т4	I или II	100	100	200
ТХ	FX	I	100	160,8	260,8
Т4	FX	I	100	131	231
FX	FX	I	136	136	272
ТХ	FX	II	100	208,8	308,8
Т4	FX	II	100	204	304
FX	FX	II	160	160	320

**Таблица 2. Максимальная длина кабелей в конфигурации с двумя концентраторами**

Вид кабеля А	Вид кабеля В	Макс. длина кабеля А, м	Макс. длина кабеля В, м	Макс. размер сети, м
ТХ, Т4	ТХ, Т4	100	100	205
ТХ	FX	100	116,2	221,2
Т4	FX	136,3	136,3	241,3
FX	FX	114	114	233