

1. Формирование варианта использования локальных сетевых технологий.

### 1.1. Структурная схема локальной сети.

Иллюстрация должна включать только наиболее существенные сетевые элементы, учет которых влияет на логическую связность и работоспособность сети, а также на рассчитываемые показатели.

При создании сети с большим числом станций (фиксированных абонентов, ФА) концентраторы можно соединять друг с другом способом образующим древовидную структуру (рис. 1).

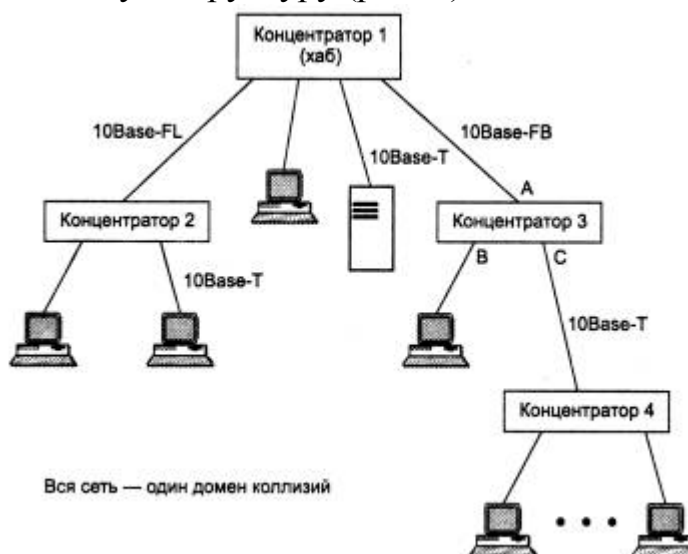


Рис. 1. Соединение концентраторов Ethernet

Общее количество станций в сети не должно превышать общего предела.

Максимальная длина сети понимается как максимальное расстояние между любыми двумя конечными узлами (ФА) сети (часто применяется также термин «максимальный диаметр сети»). Между любыми двумя узлами сети не должно быть больше 4-х повторителей.

1.2. Результаты расчетов обобщенных показателей формируемой локальной сети.

Соблюдение многочисленных ограничений, установленных для различных стандартов физического уровня сетей Ethernet, гарантирует корректную работу сети (естественно, при исправном состоянии всех элементов физического уровня).

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

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 интервала;

сокращение межкадрового интервала IPG (Path Variability Value, PW) при прохождении последовательности кадров через все повторители должно быть не больше, чем 49 битовых интервала.

Соблюдение этих требований обеспечивает корректность работы сети даже в случаях, когда нарушаются простые правила конфигурирования, определяющие максимальное количество повторителей (не более 4) и общую длину сети в 2500 м.

Используя выданные исходные данные, приведенные в задании, необходимо рассчитать приведенные выше параметры.

Для расчета времени двойного оборота сигнала (Path Delay Value, PDV) между двумя самыми удаленными друг от друга станциями сети, учитываем, размер кадра, и затрачиваемое на его передачу (вместе с межкадровым интервалом) время. Максимально возможная пропускная способность сегмента Ethernet определяется выражением:

$$Y_{max} = 1 / T_{kc} \text{ [кадр/с]}. \quad (1)$$

Наличие в сегменте нескольких узлов снижает эту величину за счет ожидания доступа к среде, а также за счет коллизий, приводящих к необходимости повторной передачи кадров.

Далее рассчитываем, какой максимальной полезной пропускной способностью в бит в секунду обладают сегменты Ethernet.

Под полезной пропускной способностью протокола понимается скорость передачи пользовательских данных, которые переносятся полем данных кадра. Эта пропускная способность всегда меньше номинальной битовой скорости протокола Ethernet за счет нескольких факторов:

служебной информации кадра;

межкадровых интервалов (IPG);

ожидания доступа к среде.

Полезная пропускная способность равна:

$$Y(p) = Y_{max} \times Z_k \text{ [бит/с]}. \quad (2)$$

Полученное значение не должно превышать параметра – скорость спецификации стандарта Ethernet.

Отношение текущей пропускной способности сети к ее максимальной пропускной способности называется коэффициентом использования сети (network utilization). При определении текущей пропускной способности принимается во внимание передача по сети любой информации, как пользовательской, так и служебной. Коэффициент является важным показателем для технологий разделяемых сред, так как при случайном характере метода доступа высокое значение коэффициента использования часто говорит о низкой полезной пропускной способности сети (то есть скорости передачи пользовательских данных) – слишком много времени узлы тратят на процедуру получения доступа и повторные передачи кадров после коллизий.

При отсутствии коллизий и ожидания доступа коэффициент использования сети зависит от размера поля данных кадра и имеет максимальное значение 0,976 при передаче кадров максимальной длины. Очевидно, что в реальной сети Ethernet среднее значение коэффициента использования сети может значительно отличаться от этой величины.

## Методика расчета конфигурации сети Ethernet

### Расчет PDV

Для упрощения расчетов обычно используются справочные данные IEEE, содержащие значения задержек распространения сигналов в повторителях, приемопередатчиках и различных физических средах. В табл. 1 приведены данные, необходимые для расчета значения PDV для всех физических стандартов сетей Ethernet. Битовый интервал обозначен как bt.

Таблица 1. 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
10 Base-5	11,8	46,5	169,5	0,0866	500
10 Base-2	11,8	46,5	169,5	0,1026	185
10 Base-T	15,3	42,0	165,0	0,113	100
10 Base-FB	–	24,0	–	0,1	2000
10 Base-FL	12,3	33,5	156,5	0,1	2000

Комитет 802.3 старался максимально упростить выполнение расчетов, поэтому данные, приведенные в таблице, включают сразу несколько этапов прохождения сигнала. Например, задержки, вносимые повторителями, 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. Левым сегментом называется сегмент, в

котором начинается путь сигнала от выхода передатчика конечного узла (ФА). Затем сигнал проходит через промежуточные сегменты и доходит до приемника наиболее удаленного узла наиболее удаленного сегмента, который называется правым. Именно здесь в худшем случае происходит столкновение кадров и возникает коллизия, что, и подразумевается в таблице.

С каждым сегментом связана постоянная задержка, названная базой, которая зависит от типа сегмента и его положения на пути сигнала (левый, промежуточный или правый). База правого сегмента, 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 заключается в вычислении задержек, вносимых каждым отрезком кабеля, а затем осуществляется суммирование этих задержек с базами левого, промежуточных и правого сегментов. Общее значение PDV не должно превышать 575.

Если значение PDV меньше максимально допустимой величины 575, то эта сеть проходит по критерию времени двойного оборота сигнала, даже если ее общая длина составляет больше 2500 м, а количество повторителей - больше 4-х.

### Расчет PW

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

Для расчета PW также можно воспользоваться значениями максимальных величин уменьшения межкадрового интервала при прохождении повторителей различных физических сред, рекомендованными IEEE и приведенными в табл. 2.

Таблица 2. Сокращение межкадрового интервала повторителями

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

Расчет значения PW осуществляется суммированием значений сокращения межкадрового интервала повторителями передающего и промежуточных сегментов.

Сумма этих величин не должна превышать предельного значения в 49 битовых интервала.

1.3. Анализ степени выполнения предъявляемых требований к качеству связи.

Если оба проведенных расчета удовлетворяют требованиям, то такая сеть соответствует стандартам Ethernet по всем параметрам, связанным и с длинами сегментов, и с количеством повторителей.

2. Формирование варианта использования учрежденческо-производственной телефонной сети.

2.1. Структурная схема телефонной сети.

Все элементы ТФ сети по составу схожи с приведенным выше элементами ЛВС и могут быть представлены с учетом замены «ПК» на «ТА», и введением «УПАТС».

В «УПАТС» обеспечена возможность работы с абонентской установкой, использующей сигналы взаимодействия, при подключении в нее до 512 АТ, и выполнении требования по расстоянию до «дальней» абонентской установки не более 800 метров.

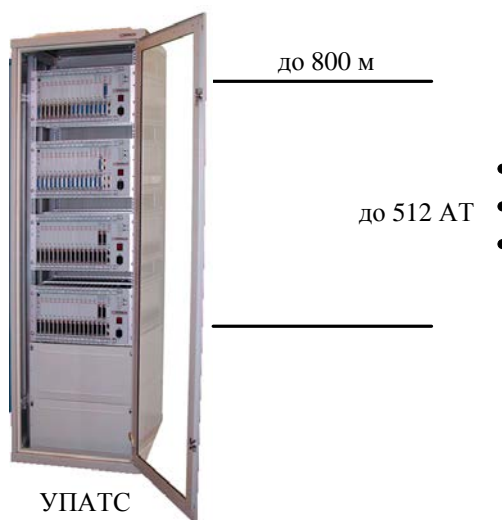


Рис. 2. Присоединение абонентских терминалов к УПАТС

2.2. Результаты расчетов обобщенных показателей: а) суммарного числа ОЦК; б) требуемой скорости выходного цифрового потока.

В теории телетрафика суммарное время передачи сообщений за определенный период ( $T$ ) называется нагрузкой. Это понятие может быть отнесено к пучку каналов, ветви, направлению связи или сети связи в целом. Нагрузка, исполненная на сети связи (или ее элементе) за период  $T = 1$  часу называется интенсивностью нагрузки ( $Y$ ) и измеряется в Эрлангах.

Физический смысл нагрузки таков – одна, занятая непрерывно в течение часа, линия обслуживает нагрузку в 1 Эрл, две линии – 2 Эрл, таким образом, одна линия (прибор, соединительный путь) не может обслужить нагрузку, более одного Эрл, 2 линии – более двух Эрл.

При использовании на сети аналоговых или аналогово-цифровых (цифро-аналоговых) каналов представление нагрузки осуществляется в Эрлангах. При применении цифровых каналов – может осуществляться как в Эрлангах так и в битах (байтах). Форма, в которой представляется объем информационного обмена, во многом определяется видом формируемых для передачи сообщений. Так объем информации, сформированной в массивы данных, цифровые или буквенно-цифровые либо неподвижные графические изображения, может количественно выражаться в битах или байтах. Перевод его в Эрланги обуславливается скоростью передачи цифровых сигналов в средствах связи, используемых на первичных и/или вторичных сетях по принципу: 1 час занятия типового канала (любой физической сущности) соответствует одному Эрл нагрузки.

Т.е. 1 Эрл соответствует занятию ОЦК (64 Кбит/с) в течение 1 часа.

В среднем для всех типовых УПАТС нагрузка на 1 абонентскую линию (согласно ТУ) составляет 0,166 Эрл.

Исходя из приведенных данных и выданного задания, необходимо рассчитать, требуемое количество ОЦК и соответствующую скорость цифрового потока, из известных цифровых иерархий.

### 3. Формирование варианта использования транспортных сетевых технологий.

#### 3.1. Архитектура стека протоколов и обобщенная структура сети.

ПК представляет собой тип АТ, который преобразует файлы данных в цифровой поток и обратно. Функционально каждый ПК представляется единым устройством без детализации внутренних функциональных блоков.

Представить профили (стеки) протоколов, реализующие прохождение информации (сообщений) между абонентскими устройствами. Рисунок должен сопровождаться иллюстрациями протокольных блоков данных с указанием размеров их полей, а также скоростью передачи на физическом уровне с указанием используемой физической среды.

#### 3.2. Результаты расчетов обобщенных показателей: а) скорости передачи на физическом уровне; б) относительных потерь пропускной способности из-за служебных полей протокольных блоков данных.

Обоснование выбора скорости передачи на физическом уровне для обеспечения передачи сообщений заданного объема; при известных значений интенсивности, требованиях к среднему времени доставки и использовании различных стеков протоколов, производится по известной методике:

$$\text{расчет количества пакетов: } N_1 = \left\lceil \frac{W_H}{W_{H,1}} \right\rceil \text{ округление в большую сторону;}$$

расчет количества кадров:  $N_2 = \left\lceil \frac{W_{c.1} + W_{H.1}}{W_{H.2}} \right\rceil$  округление в большую сторону;

расчет скорости передачи на физическом уровне  $V = N_1 \cdot N_2 \cdot (W_{c.2} + W_{H.2}) \cdot \left( \lambda + \frac{1}{T} \right)$  с переводом размерности в бит/с.

расчет относительных потерь пропускной способности  $\delta V = \frac{N_1 \cdot W_{\tilde{N}.1} + N_2 \cdot W_{\tilde{N}.2}}{N_1 \cdot W_{\tilde{N}.1} + N_2 \cdot W_{\tilde{N}.2} + W_{\tilde{E}}}$ .

3.3. Сравнительный анализ выполненных расчетов с обоснованием выбора технологий для построения ассоциативной сети.

4. Анализ доступных технологий и обоснование предложений по улучшению сетевых характеристик путем выбора и оптимизации варьируемых параметров структуры сети и сетевых технологий. Обоснование должно сопровождаться комментариями к используемой последовательности выбора исходных данных и (или) результатами анализа пробных вариантов сети (или ее фрагментов) с комментариями об их достоинствах и недостатках.