

Разработка физической структуры сети

В этом разделе пояснительной записки проекта осуществляется разработка схемы размещения компонентов структурированной кабельной системы (СКС) сети, построение кабельных трасс, а также проводится обоснование и выбор типов кабелей для горизонтальной и вертикальной систем СКС. При этом учитываются требования и нормы международных и национальных стандартов. Расчет кабельной системы можно выполнять вручную или использовать автоматизированную систему (рекомендуется). В настоящее время практически все локальные сети проектируются на базе медных витых пар и волоконно-оптических кабелей. Поэтому в приведенных примерах обоснования и расчета СКС рассматриваются именно эти типы кабелей.

Выбор типов кабелей

Обоснование и выбор типов кабелей для проектируемой компьютерной сети осуществляется на основе рекомендаций, изложенных в рекомендуемой литературе. Схема кабельной подсистемы в целом для любой из подсистем СКС определяется типом сети и выбранной топологией.

Наиболее «подвижной» частью любой локальной сети является горизонтальная подсистема. На этом уровне добавление новых пользователей, перемещение рабочих группы происходят гораздо чаще, чем изменения в вертикальных подсистемах между этажами. Поэтому наиболее рациональным вариантом является применение медных неэкранированного кабеля UTP, так как стоимость установки оптоволокна достаточно велика (в нее входят стоимость сетевых адаптеров и сравнительно высокие затраты на монтажные работы). Оптоволоконный кабель используют в основном в подсистемах кампусов и вертикальных. Однако следует иметь в виду, что, хотя по мере развития технологий цены на кабели категорий 6 и 7 снижаются, однако параллельно дешевеют и оптоволоконные системы, и оптоволоконные кабели становятся все более конкурентоспособными по отношению к медным кабелям даже на уровне подключения рабочих станций к сети.

Медные кабели для СКС характеризуются рядом параметров, в частности:

- волновое сопротивление (Impedance);
- затухание (Attenuation);
- переходная помеха на ближнем конце NEXT (Near End Cross Talk);
- переходная помеха на дальнем конце FEXT (Far End Cross Talk);
- нормированное (приведенное к уровню полезного сигнала) значение FEXT - ELFEXT;
- характеристики взаимных помех между парами PowerSum FEXT, Power-Sum ELFEXT и PowerSum NEXT;
- защищенность от переходных помех ACR (Attenuation to crosstalk Ratio);
- задержка распространения сигнала (Propagation Delay);
- неравномерность задержки распространения сигнала (Delay Skew).

В данном подразделе следует в краткой форме (целесообразно в виде таблиц) представить данные об электрических и стоимостных характеристиках современных медных кабелей 5-7 категорий и оптоволоконных одномодовых и многомодовых кабелей и обосновать выбор того или иного типа кабеля. При защите проекта студент должно хорошо представлять физическую суть этих параметров и уметь пояснить влияние их на информационные характеристики компьютерной сети.

Например, в данный подраздел можно включить следующее обоснование. «С учетом того, что на уровне доступа передача данных выполняется преимущественно со скоростью 100 Мбит/с и с учетом возможности в перспективе увеличения скорости передачи для горизонтальной подсистемы, выбираем кабель типа UTP4-C6-SOLID-GY. Это кабель 6-й категории типа неэкранированная витая пара (UTP), состоящий из 4 пар одножильных (solid) медных проводников. Кабель соответствует стандарту пожарной безопасности UL 444 и UL 1581 и имеет следующие технические характеристики:

- диаметр проводника: $0,54 \pm 0,01$ мм (24 AWG);
- изоляция – полиэтилен повышенной плотности, минимальная толщина 0,18 мм;
- диаметр провода в изоляции $0,99 \pm 0,02$ мм;
- цвет витых пар: синий-белый/синий, оранжевый-белый/оранжевый, зеленый-белый/зеленый, коричневый-белый/коричневый;
- 4 витые пары с полиэтиленовым разделителем, покрыты поливинилхлоридной оболочкой (PVC) с минимальной толщиной оболочки 0,4 мм;
- внешний диаметр кабеля равен $6,2 \pm 0,2$ мм;
- рабочая температура кабеля от -20°C до $+75^\circ\text{C}$;
- радиус изгиба кабеля: $8 \times \varnothing$ во время инсталляции, $6 \times \varnothing$ при вертикальном кабелировании и 4 диаметра при горизонтальном кабелировании;
- стандартная упаковка размером $21,5 \times 42 \times 42$ см ($\text{Ш} \times \text{В} \times \text{Г}$) – 305 м;
- вес кабеля без упаковки 12,9 кг.

Кабель характеризуется следующими электрическими параметрами:

- максимальное сопротивление проводника при температуре 20°C равно 9,38 Ом/100 м;
- дисбаланс сопротивления не превышает 5%;
- емкостной дисбаланс пары по отношению к земле равен 330 пФ/100 м;
- сопротивление на частоте от 0,772 до 100 МГц составляет 85...115 Ом;
- максимальная рабочая емкость равна 5,6 нФ/м;
- неравномерность задержки 45 нс/100 м;
- задержка распространения <536 нс/100 м.

Частотные характеристики кабеля приведены в таблице 1.

Параметры передачи многомодового оптоволоконного кабеля приведены в таблице 2, а параметры одномодового – в таблице 3.

Таблица 1 – Частотно-зависимые характеристики передачи

Частота МГц	Затухание дБ/100 м	NEXT дБ	ACR дБ/100м	PS NEXT дБ	EL-FEXT дБ/100м	PS EL-FEXT дБ/100м	RL дБ
31,25	11,4	45,9	34,6	42,9	33,9	30,9	23,6
62,5	16,5	41,4	25,8	38,4	27,8	24,8	21,5
100	21,3	38,3	19,0	35,3	23,8	20,8	20,1
155	27,2	35,5	10,8	32,5	19,9	16,9	18,7

Таблица 2 – Оптические параметры многомодового оптоволокна

Тип волокна	Длина волны, нм	Затухание (среднее/ максимальное), дБ/км	Коэффициент широко- полосности, МГц·км	Дальность передачи для Ethernet, м		Коэффициент преломления
				1GbE	10 GbE	
62,5/125 OM1	850	3,0/3,2	>200	275	33	1,495
	1300	0,7/0,9	>600	550	–	1,490
50/125 OM2	850	2,6/2,8	>600	550	82	1,481
	1300	0,6/0,9	>1200	550	–	1,476

Таблица 3 – Оптические параметры одномодового оптоволокна ITU-G.652B

Тип волокна	Диаметр, мкм	Длина волны, нм	Затухание (среднее/макси- мальное), дБ/км	Дисперсия, пс/(нм·км)	PMD, пс/км ^{1/2}	Коэфф. преломления
9/125	9,2±0,4	1310	0,35/0,5	< 3,5	–	1,467
	125±0,5	1550	0,21/0,3	< 18	< 0,2	1,467

Параметр PMD (поляризационная модовая дисперсия) – это дисперсия, вызываемая небольшой асимметричностью поперечного сечения волокна. Асимметричность приводит к тому, что одна из двух основных ортогональных поляризованных мод передается по оптическому каналу связи быстрее, чем другая. В связи с тем, что приемное устройство принимает комбинацию этих двух мод, то результирующий импульс становится шире входного импульса, поскольку он подвергся дисперсии, т. е. происходит расширение импульса.

Для выполнения силовой проводки используем трехжильный медный кабель типа ВВГ 3×1,5 (Виниловая оболочка, Виниловая изоляция, Гибкий). Сечение кабеля 1,5 мм² выбирается из расчета максимального потребляемого тока 15 А (мощность 3,3 кВт) на одну розетку».