Цель: Изучение линий связи используемых для передачи информации в компьютерных сетях, их параметров, физических свойств и особенностей. Знакомство с принципами тестирования и поиска неисправностей в кабельных системах.

**Вопрос 1: Что называется средой передачи информации в компьютерных сетях?**

***Средой передачи*** информации называются те линии связи (или каналы связи), по которым производится обмен информацией между компьютерами.

**Вопрос 2: Информация в компьютерных сетях передается параллельном коде или последовательно и почему?**

Информация в локальных сетях чаще всего передается в последовательном коде, то есть бит за битом. Такая передача медленнее и сложнее, чем при использовании параллельного кода. Однако надо учитывать то, что при более быстрой параллельной передаче (по нескольким линиям/кабелям одновременно) увеличивается количество соединительных кабелей в число раз, равное количеству разрядов параллельного кода (например, в 8 раз при 8-разрядном коде). При значительных расстояниях между абонентами сети стоимость кабеля вполне сравнима со стоимостью компьютеров и даже может превосходить ее.

**Вопрос 3: Основные характеристики линии связи: затухание, амплитудно-частотная характеристика, помехозащищенность кабеля, пропускная способность.**

Можно выделить следующие основные параметры кабелей, принципиально важные для использования в локальных сетях:

***Затухание (attenuation)*** определяется как относительное уменьшение амплитуды или мощности сигнала при передаче по линии сигнала определенной частоты. Часто при эксплуатации линии заранее известна основная частота передаваемого сигнала, то есть та частота, гармоника которой имеет наибольшую амплитуду и мощность. Поэтому достаточно знать затухание на этой частоте, чтобы приблизительно оценить искажения передаваемых по линии сигналов. Более точные оценки возможны при знании затухания на нескольких частотах или в полосе частот, охватывающих несколько основных гармоник передаваемого сигнала. Затухание **А** обычно измеряется в децибелах (дБ, decibel - dB) и вычисляется по следующей формуле:

**А = 10 log10 Рout /Рin**, (3.1.)

где Рout - мощность сигнала на выходе линии, Рin - мощность сигнала на входе линии.

Так как мощность выходного сигнала кабеля без промежуточных усилителей всегда меньше, чем мощность входного сигнала, затухание кабеля всегда является отрицательной величиной. Например, кабель витой пары категории 5 характеризуется затуханием не ниже -23,6 дБ для частоты 100 МГц при длине кабеля 100 м

***Амплитудно-частотная характеристика*** (рис. 3.1.) показывает, как затухает амплитуда синусоиды на выходе линии связи по сравнению с амплитудой на ее входе для всех возможных частот передаваемого сигнала. Вместо амплитуды в этой характеристике используют такой параметр сигнала, как затухание (см. формулу 3.1.). Знание амплитудно-частотной характеристики реальной линии позволяет определить форму выходного сигнала практически для любого входного сигнала. Для этого необходимо найти спектр входного сигнала, преобразовать амплитуду составляющих его гармоник в соответствии с амплитудно-частотной характеристикой, а затем найти форму выходного сигнала, сложив преобразованные гармоники. С ростом частоты сигнала растет затухание сигнала. Надо выбирать кабель, который на заданной частоте сигнала имеет приемлемое затухание. Или же надо выбирать частоту сигнала, на которой затухание еще приемлемо.

***Помехозащищенность кабеля*** и обеспечиваемая им секретность передачи информации. Эти два взаимосвязанных параметра показывают, как кабель взаимодействует с окружающей средой, то есть, как он реагирует на внешние помехи, и насколько просто прослушать информацию, передаваемую по кабелю.

**Пропускная способность линии *(throughput)*** характеризует максимально возможную скорость передачи данных, которая может быть достигнута на этой линии. Особенностью пропускной способности является то, что, с одной стороны, эта характеристика зависит от параметров физической среды, а с другой - определяется способом передачи данных. Следовательно, говорить о пропускной способности линии связи следует после того, когда определен протокол физического уровня.

Пропускная способность линий связи и коммуникационного сетевого оборудования измеряется в битах в секунду, а не в байтах в секунду. Это связано с тем, что данные в сетях передаются последовательно, то есть побитно, а не параллельно - байтами, как это происходит между устройствами внутри компьютера.

***Такие единицы измерения, как килобит, мегабит или гигабит, в сетевых технологиях строго соответствуют степеням 10 (то есть килобит - это 1000 бит, а мегабит - это 1 000000 бит), как это принято во всех отраслях науки и техники, а не близким к этим числам степеням 2, как это принято в программировании, где приставка «кило» равна 210 =1024, а «мега» - 220 = 1048576.***

Пропускная способность линий тесно связана с полосой пропускания. Эту связь ещё в 1924г. установил американский ученый X. Найквист (Н. Nyquist) из компании AT&T на основании теоремы Котельникова о дискретизации сигналов.

Найквист доказал, что если сигнал имеет M - количество различимых состояний информационного параметра, F- полоса пропускания в герцах, то (пропускная способность линий)

C=**2\*F\*log2M** (3.2)

Формула X. Найквиста, применима для идеального канала (линии) связи.

В реальных каналах и линиях связи на пропускную способность влияют соотношение уровня полезного сигнала и уровня помех.

Связь между полосой пропускания линии, и ее пропускной способностью вне зависимости от принятого способа физического кодирования установил Клод Шеннон:

**C= F\*log2(l + Pc/Pш)** (3.3)

Здесь C — пропускная способность линии в битах в секунду. F - ширина полосы пропускания линии в герцах, P**c** — мощность сигнала, **Pш** — мощность шума.

**Вопрос 4: В чём измеряется затухание линии связи?**

Затухание **А** обычно измеряется в децибелах (дБ, decibel - dB)

**Вопрос 5: Что такое задержка сигнала, типичные величины задержки?**

***Скорость распространения сигнала по кабелю*** или обратный параметр – задержка сигнала на метр длины кабеля. Этот параметр не связан с пропускной способностью линии (полосой пропускания), а отражает свойства среды передачи (медь, оптоволокно, радиоволны). В данном случае этот параметр имеет принципиальное значение при выборе длины сети. Типичные величины скорости распространения сигнала – от 0,6 до 0,8 от скорости распространения света в вакууме. Соответственно типичные величины задержек – от 4 до 5 нс/м.

**Вопрос 6: Параметр *Волновое сопротивление,* что это такое,в каких единицах измеряется и какую роль играет данный параметр? Привести типовые величины волнового сопротивления для разных сред передачи;**

Для электрических кабелей очень важна ***величина волнового сопротивления*** кабеля. Волновое сопротивление важно учитывать при согласовании кабеля для предотвращения отражения сигнала от концов кабеля. Волновое сопротивление зависит от формы и взаиморасположения проводников, от технологии изготовления и материала диэлектрика кабеля. Типичные значения волнового сопротивления – от 50 до 150 Ом.

**Вопрос 7: Приведите международные стандарты на кабели.**

В настоящее время действует следующие стандарты на кабели:

* EIA/TIA 568 (Commercial Building Telecommunications Cabling Standard) – американский;
* ISO/IEC IS 11801 (Generic cabling for customer premises) – международный;
* CENELEC EN 50173 (Generic cabling systems) – европейский.

**Вопрос 8: Коаксиальный кабель. Что собой представляет конструкция, типы кабелей, волновое сопротивление, в каких сетях применяется? Максимальная длина сети?**

# Коаксиальный кабель представляет собой электрический кабель, состоящий из центрального медного провода и металлической оплетки (экрана), разделенных между собой слоем диэлектрика (внутренней изоляции) и помещенных в общую внешнюю оболочку. Коаксиальный кабель до недавнего времени был очень популярен, что связано с его высокой помехозащищенностью (благодаря металлической оплетке), более широкими, чем в случае витой пары, полосами пропускания (10ГГц и выше), а также большими допустимыми расстояниями передачи (до километра).

# внутренний проводник (медная проволока),

# изоляция (сплошной полиэтилен),

# внешний проводник (оплётка из меди),

# оболочка (свето- стабилизированный полиэтилен).

Основное применение коаксиальный кабель находит в сетях с топологией типа шина. При этом на концах кабеля обязательно должны устанавливаться терминаторы для предотвращения внутренних отражений сигнала, причем один (и только один!) из терминаторов должен быть заземлен. Без заземления металлическая оплетка не защищает сеть от внешних электромагнитных помех и не снижает излучение передаваемой по сети информации во внешнюю среду. Но при заземлении оплетки в двух или более точках из строя может выйти не только сетевое оборудование, но и компьютеры, подключенные к сети. Терминаторы должны быть обязательно согласованы с кабелем, необходимо, чтобы их сопротивление равнялось волновому сопротивлению кабеля. Например, если используется 50-омный кабель, для него подходят только 50-омные терминаторы.

Толстый (thick) коаксиальный кабель называют «стандартный Ethernet», поскольку он был первым типом кабеля, применяемым в Ethernet. Медная жила этого кабеля толще, чем у тонкого коаксиального кабеля, поэтому затухание сигнала меньше. Толстый коаксиальный кабель передает сигналы дальше, чем тонкий, - до 500 м (около 1640 футов). Поэтому толстый коаксиальный кабель иногда используют в качестве основного кабеля магистрали (back-bone), который соединяет несколько небольших сетей, построенных на тонком коаксиальном кабеле. Для подключения к толстому коаксиальному кабелю применяют специальное устройство - трансивер (transceiver).

**Вопрос 9: Волоконно-оптический кабель – структура, достоинства и недостатки. Два основных типа кабеля.**

Это принципиально иной тип кабеля по сравнению с рассмотренными двумя типами электрического или медного кабеля. Информация по нему передается не электрическим сигналом, а световым. Главный его элемент – это прозрачное стекловолокно, по которому свет проходит на огромные расстояния (до десятков километров) с незначительным ослаблением. Структура оптоволоконного кабеля очень проста и похожа на структуру коаксиального электрического кабеля. Только вместо центрального медного провода здесь используется тонкое (диаметром около 1 – 10 мкм) стекловолокно, а вместо внутренней изоляции – стеклянная или пластиковая оболочка, не позволяющая свету выходить за пределы стекловолокна. В данном случае речь идет о режиме так называемого полного внутреннего отражения света от границы двух веществ с разными коэффициентами преломления (у стеклянной оболочки коэффициент преломления значительно ниже, чем у центрального волокна). Металлическая оплетка кабеля обычно отсутствует, так как экранирование от внешних электромагнитных помех здесь не требуется. Однако иногда ее все–таки применяют для механической защиты от окружающей среды (такой кабель иногда называют броневым (бронированным), он может объединять под одной оболочкой несколько оптоволоконных кабелей).

Оптоволоконный кабель обладает исключительными характеристиками по помехозащищенности и секретности передаваемой информации. Никакие внешние электромагнитные помехи в принципе не способны исказить световой сигнал, а сам сигнал не порождает внешних электромагнитных излучений. Подключиться к этому типу кабеля для несанкционированного прослушивания сети практически невозможно, так как при этом нарушается целостность кабеля. Стоимость оптоволоконного кабеля постоянно снижается и сейчас примерно равна стоимости тонкого коаксиального кабеля.

Однако оптоволоконный кабель имеет и некоторые недостатки:

1. Самый главный из них – высокая сложность монтажа (при установке разъемов необходима микронная точность, от точности скола стекловолокна и степени его полировки сильно зависит затухание в разъеме).
2. Использование оптоволоконного кабеля требует специальных оптических приемников и передатчиков, преобразующих световые сигналы в электрические и обратно, что порой существенно увеличивает стоимость сети в целом.
3. Оптоволоконные кабели допускают разветвление сигналов (для этого производятся специальные пассивные разветвители (couplers) на 2–8 каналов), но, как правило, их используют для передачи данных только в одном направлении между одним передатчиком и одним приемником.
4. Оптоволоконный кабель менее прочен и гибок, чем электрический.
5. Чувствителен оптоволоконный кабель и к ионизирующим излучениям, из–за которых снижается прозрачность стекловолокна, то есть увеличивается затухание сигнала.
6. Применяют оптоволоконный кабель только в сетях с топологией звезда и кольцо. Никаких проблем согласования и заземления в данном случае не существует. Кабель обеспечивает идеальную гальваническую развязку компьютеров сети. В будущем этот тип кабеля, вероятно, вытеснит электрические кабели или, во всяком случае, сильно потеснит их. Запасы меди на планете истощаются, а сырья для производства стекла более чем достаточно.

Существуют два различных типа оптоволоконного кабеля:

1. многомодовый или мультимодовый кабель, более дешевый, но менее качественный;
2. одномодовый кабель, более дорогой, но имеет лучшие характеристики по сравнению с первым.

**Вопрос 10: Бескабельные каналы связи. Приведите особенности и характеристики. Какие основные типы сетей вы знаете (использовать информацию из Интернета)**

Кроме кабельных каналов в компьютерных сетях иногда используются также бескабельные каналы. Их главное преимущество состоит в том, что не требуется никакой прокладки проводов (не надо делать отверстий в стенах, закреплять кабель в трубах и желобах, прокладывать его под фальшполами, над подвесными потолками или в вентиляционных шахтах, искать и устранять повреждения). К тому же компьютеры сети можно легко перемещать в пределах комнаты или здания, так как они ни к чему не привязаны.

Радиоканал использует передачу информации по радиоволнам, поэтому теоретически он может обеспечить связь на многие десятки, сотни и даже тысячи километров. Скорость передачи достигает десятков мегабит в секунду (здесь многое зависит от выбранной длины волны и способа кодирования).

Особенность радиоканала состоит в том, что сигнал свободно излучается в эфир, он не замкнут в кабель, поэтому возникают проблемы совместимости с другими источниками радиоволн (радио- и телевещательными станциями, радарами, радиолюбительскими и профессиональными передатчиками и т.д.). В радиоканале используется передача в узком диапазоне частот и модуляция информационным сигналом сигнала несущей частоты.

Главным недостатком радиоканала является его плохая защита от прослушивания, так как радиоволны распространяются неконтролируемо. Другой большой недостаток радиоканала – слабая помехозащищенность.

*Инфракрасный канал* также не требует соединительных проводов, так как использует для связи инфракрасное излучение (подобно пульту дистанционного управления домашнего телевизора). Главное его преимущество по сравнению с радиоканалом – нечувствительность к электромагнитным помехам, что позволяет применять его, например, в производственных условиях, где всегда много помех от силового оборудования. Правда, в данном случае требуется довольно высокая мощность передачи, чтобы не влияли никакие другие источники теплового (инфракрасного) излучения. Плохо работает инфракрасная связь и в условиях сильной запыленности воздуха.

Скорости передачи информации по инфракрасному каналу обычно не превышают 5–10 Мбит/с, но при использовании инфракрасных лазеров может быть достигнута скорость более 100 Мбит/с. Секретность передаваемой информации, как и в случае радиоканала, не достигается, также, требуются сравнительно дорогие приемники и передатчики.

**Вопрос 11: Кабели на основе витых пар. Экранированная витая пара, неэкранированная, обозначения, категории. Привести основные особенности различных кабелей витой пары различных категорий и в каких сетях применяются.**

Витые пары проводов используются в дешевых и сегодня, пожалуй, самых популярных кабелях. Кабель на основе витых пар представляет собой несколько пар скрученных попарно изолированных медных проводов в единой диэлектрической (пластиковой) оболочке. Он довольно гибкий и удобный для прокладки. Скручивание проводов позволяет свести к минимуму индуктивные наводки кабелей друг на друга и снизить влияние переходных процессов.

Обычно в кабель входит две или четыре витые пары.

Неэкранированные витые пары характеризуются слабой защищенностью от внешних электромагнитных помех, а также от подслушивания, которое может осуществляться с целью, например, промышленного шпионажа. Причем перехват передаваемой по сети информации возможен как с помощью контактного метода (например, посредством двух иголок, воткнутых в кабель), так и с помощью бесконтактного метода, сводящегося к радиоперехвату излучаемых кабелем электромагнитных полей. Причем действие помех и величина излучения вовне увеличивается с ростом длины кабеля. Для устранения этих недостатков применяется экранирование кабелей.

В случае экранированной витой пары STP каждая из витых пар помещается в металлическую оплетку-экран для уменьшения излучений кабеля, защиты от внешних электромагнитных помех и снижения взаимного влияния пар проводов друг на друга (cross talk – перекрестные наводки). Для того чтобы экран защищал от помех, он должен быть обязательно заземлен. Естественно, экранированная витая пара заметно дороже, чем неэкранированная. Ее использование требует специальных экранированных разъемов. Поэтому встречается она значительно реже, чем неэкранированная витая пара.

Основные достоинства неэкранированных витых пар – простота монтажа разъемов на концах кабеля, а также ремонта любых повреждений по сравнению с другими типами кабеля. Все остальные характеристики у них хуже, чем у других кабелей. Например, при заданной скорости передачи затухание сигнала (уменьшение его уровня по мере прохождения по кабелю) у них больше, чем у коаксиальных кабелей. Если учесть еще низкую помехозащищенность, то понятно, почему линии связи на основе витых пар, как правило, довольно короткие (обычно в пределах 100 метров). В настоящее время витая пара используется для передачи информации на скоростях до 1000 Мбит/с, хотя технические проблемы, возникающие при таких скоростях крайне сложны.

Согласно стандарту EIA/TIA-568, существуют пять основных и две дополнительные категории кабелей на основе неэкранированной витой пары (UTP):

1. Кабель категории 1 – это обычный телефонный кабель (пары проводов не витые), по которому можно передавать только речь. Этот тип кабеля имеет большой разброс параметров (волнового сопротивления, полосы пропускания, перекрестных наводок).
2. Кабель категории 2 – это кабель из витых пар для передачи данных в полосе частот до 1 МГц. Кабель не тестируется на уровень перекрестных наводок. В настоящее время он используется очень редко. Стандарт EIA/TIA 568 не различает кабели категорий 1 и 2.
3. Кабель категории 3 – это кабель для передачи данных в полосе частот до 16 МГц, состоящий из витых пар с девятью витками проводов на метр длины. Кабель тестируется на все параметры и имеет волновое сопротивление 100 Ом. Это самый простой тип кабелей, рекомендованный стандартом для локальных сетей. Еще недавно он был самым распространенным, но сейчас повсеместно вытесняется кабелем категории 5.
4. Кабель категории 4 – это кабель, передающий данные в полосе частот до 20 МГц. Используется редко, так как не слишком заметно отличается от категории 3. Стандартом рекомендуется вместо кабеля категории 3 переходить сразу на кабель категории 5. Кабель категории 4 тестируется на все параметры и имеет волновое сопротивление 100 Ом. Кабель был создан для работы в сетях по стандарту IEEE 802.5. (Token Ring)
5. Кабель категории 5 – в настоящее время самый распространенный кабель, рассчитанный на передачу данных в полосе частот до 100 МГц. Состоит из витых пар, имеющих не менее 27 витков на метр длины (8 витков на фут). Кабель тестируется на все параметры и имеет волновое сопротивление 100 Ом. Рекомендуется применять его в современных высокоскоростных сетях типа Fast Ethernet и TPFDDI. Кабель категории 5 примерно на 30—50% дороже, чем кабель категории 3.
6. Кабель категории 6 – перспективный тип кабеля для передачи данных в полосе частот до 200 (или 250) МГц. в настоящее время рекомендуется для сетей 1000Мгц.
7. Кабель категории 7 – перспективный тип кабеля для передачи данных в полосе частот до 600 МГц.

Согласно стандарту EIA/TIA 568, полное волновое сопротивление наиболее совершенных кабелей категорий 3, 4 и 5 должно составлять 100 Ом ±15% в частотном диапазоне от 1 МГц до максимальной частоты кабеля. Требования не очень жесткие: величина волнового сопротивления может находиться в диапазоне от 85 до 115 Ом. Здесь же следует отметить, что волновое сопротивление экранированной витой пары STP по стандарту должно быть равным 150 Ом ±15%. Для согласования сопротивлений кабеля и оборудования в случае их несовпадения применяют согласующие трансформаторы (Balun). Существует также экранированная витая пара с волновым сопротивлением 100 Ом, но используется она довольно редко.

Второй важнейший параметр, задаваемый стандартом, – это максимальное затухание сигнала, передаваемого по кабелю, на разных частотах.

**Вопрос 12: Что обозначают параметра NEXT, FEXT, PSNEXT, PSFEXT?**

Переходное затухание на ближнем конце (Near End Cross Talk Loss или NEXT, где в английской аббревиатуре значок X означает «крест», т. е. по-английски "cross") характеризует восприимчивость линии (пары) к помехам, обусловленным существованием сигналов в соседних линиях (парах).

Воздействие одной пары на другую сказывается не только на ближнем, дальнем конце.

Его принято характеризовать как переходное затухание на дальнем конце FEXT (Far End Cross Talk или FEXT), и определять из соотношения:

FEXT = 20 Lg(UFEXT/U0) (3.10)

Параметр FEXT, как правило, сам по себе не измеряется в «полевых» условиях на инсталлированной линии, но используется для определения других параметров тракта на дальнем конце.

«Суммарное» значение этого параметра, PSFEXT, учитывает взаимное влияние всех пар на одну при их одновременной работе и вычисляется по формуле:

**n**

PSFEXT (*k*) = -10\*Lg(∑(10-0,1FEXT(i,k))

**i=1,i≠k**

«Суммарное» переходное затухание на ближнем конце PSNEXT (Power Sum NEXT или PSNEXT) — это параметр, который характеризует наводку на одной паре от всех остальных пар, работающих одновременно. Параметр PSNEXT вычисляется (не измеряется непосредственно!) по измеренным значениям параметра NEXT для каждого сочетания пар по формуле:

**n**

PSNEXT (*k*) = -10\*Lg(∑(10-0,1NEXT(i,k))

**i=1,i≠k**

**Вопрос 13: Объясните параметры витой пары: Возвратные потери и Затухание. Как характеризуют линию, в чём измеряются, как обозначаются, какие допустимые величины в стандарте.**

*Возвратные потери* канала или линии *RL* (Return Loss), характеризуют степень однородности их волнового сопротивления Z по длине и степень согласованности его с полным сопротивлением нагрузки *ZH* в определенном частотном интервале. При подаче на вход линии или канала импульса напряжения с амплитудой *U0* в случае несогласованности нагрузки, ZH, или наличия неоднородности за счет производственных и эксплуатационных дефектов кабеля или несогласованности элементов тракта в них возникает отраженный импульс, распространяющийся в обратном направлении. Возвратные потери RL определяются из соотношения:

RL = 20\*Lg(|URL|/|U0|) (3.6)

***Затухание (attenuation)*** определяется как относительное уменьшение амплитуды или мощности сигнала при передаче по линии сигнала определенной частоты. Часто при эксплуатации линии заранее известна основная частота передаваемого сигнала, то есть та частота, гармоника которой имеет наибольшую амплитуду и мощность. Поэтому достаточно знать затухание на этой частоте, чтобы приблизительно оценить искажения передаваемых по линии сигналов. Более точные оценки возможны при знании затухания на нескольких частотах или в полосе частот, охватывающих несколько основных гармоник передаваемого сигнала. Затухание **А** обычно измеряется в децибелах (дБ, decibel - dB) и вычисляется по следующей формуле:

**А = 10 log10 Рout /Рin**, (3.1.)

где Рout - мощность сигнала на выходе линии, Рin - мощность сигнала на входе линии.

Так как мощность выходного сигнала кабеля без промежуточных усилителей всегда меньше, чем мощность входного сигнала, затухание кабеля всегда является отрицательной величиной. Например, кабель витой пары категории 5 характеризуется затуханием не ниже -23,6 дБ для частоты 100 МГц при длине кабеля 100 м

**Вопрос 14: Что означает параметр ACR?**

Соотношение затухания и переходного затухания на ближнем конце (Attenuation to Crosstalk Ratio, ACR) характеризует отношение «сигнал/помеха» на приемном конце линии. При этом «сигналом» считается только пришедший по линии и ослабленный за счет затухания и отражения в линии импульс, а «помехой» — только импульс, наведенный от соседней линии при условии, что она передает такой же по амплитуде импульс, как и предыдущая, но в противоположном направлении.

**Вопрос 15: Задержка сигнала – параметры NVP, PD, DS. Как между собой связаны, в каких единицах измеряются?**

Производители кабелей иногда указывают величину задержки на метр длины, а иногда – скорость распространения сигнала относительно скорости света (или NVP – Nominal Velocity of Propagation, как ее часто называют в документации). Связаны эти две величины простой формулой:

tз = PD =1/(3 × 1010 × NVP) (3.9)

где **t**з – величина задержки на метр длины кабеля в наносекундах. Например, если NVP=0,65 (65% от скорости света), то задержка tз будет равна 5,13 нс/м. Типичная величина задержки большинства современных кабелей составляет около 4—5 нс/м.

Для правильного функционирования аппаратуры, в которой используется одновременная передача сигналов по всем парам 4-х парного тракта, необходимо обеспечить, во-первых, минимальные задержки, и, во-вторых, равенство задержек во всех парах. Для оценки качества трактов в смысле «временной симметрии» вводятся два параметра: задержка распространения сигнала по паре PD (Propagation Delay, PD) и перекос задержек в парах DS (Delay Skew, DS).

Под перекосом задержек в 4-х парном тракте понимают разность между макси­мальным и минимальным значениями среди четырех измеренных.

Задержка специфицируется для всех классов каналов и стационарных линий, а перекос задержек — только для классов С, D, Е, F.

**Вопрос 16: Какие материалы применяются для изолирующей внешней оболочки кабеля витая пара и как они влияют на характеристики кабеля?**

Витые пары проводов используются в дешевых и сегодня, пожалуй, самых популярных кабелях. Кабель на основе витых пар представляет собой несколько пар скрученных попарно изолированных медных проводов в единой диэлектрической (пластиковой) оболочке. Он довольно гибкий и удобный для прокладки. Скручивание проводов позволяет свести к минимуму индуктивные наводки кабелей друг на друга и снизить влияние переходных процессов.

**Вопрос 17: При измерении линий связи применяется величина «нулевого» уровня сигнала по мощности равная 1 мВт. Рассчитать напряжение в линии связи с волновым сопротивлением 1000 Ом при нулевом уровне сигнала.**

**Вопрос 18: Уровень передатчика на входе кабеля UTP – 5 cat. равен 5 Дб. Рассчитать напряжение на входе приёмника (на выходе), используя таблицу 3.8, а так же рассчитать величину напряжения на входе кабеля для 100МГц.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота (МГц) | Attenuation (ДБ) | NEXT (ДБ) | ACR (ДБ) | PS.NEXT (ДБ) | PS.ACR (ДБ) | ELFEXT (ДБ) | PS.ELFEXT (ДБ) | Return Loss (ДБ) |
| 1 | 2.4 | 68.3 | 65.9 | 66.3 | 63.9 | 63.8 | 60.8 | 20 |
| 300 | 49.2 | 31.2 | -/- | 29.2 | -/- | 13.2 | 11.2 | 13.9 |

**Вопрос 19: Каким будет теоретический предел скорости передачи данных в бит/с по каналу с шириной полосы пропускания в 20 кГц, если мощность передатчика составляет 0.01 мВт, а мощность шума в канале равна 0.0001 мВт?**

**Вопрос 20: Определите пропускную способность канала связи для каждого из направлений дуплексного режима, если известно, что его полоса пропускания равна 600 кГц, а метода кодирования использует 10 состояний сигнала.**

**Вопрос 21:** **Рассчитайте задержку распространения сигнала н задержку передачи данных для случая передачи пакета в 128 байт по:**

1. **кабелю витой пары длиной в 100 м при скорости передачи данных 100 Мбит/с,**
2. **коаксиальному кабелю длиной в 2 км при скорости передачи в 10 Мбит/с,**
3. **спутниковому геостационарному каналу протяженностью в 72000 км при скорости передачи данных 128 Кбит/с.**

**Считайте скорость распространения сигнала равной скорости света в вакууме 300 000 км/с.**

**А)**

**Б)**

**С)**

**Вопрос 22: Подсчитайте скорость линии связи, если известно, что тактовая частота передатчика равно 125 МГц, а сигнал имеет 5 состояний**