



## Сертификация СКС

### Введение

Сертификаторы кабелей локальных сетей были популярными инструментами тестирования кабелей с витой парой в течение почти четверти века, с момента появления 10Base-T на кабелях класса С / категории 3, используемых на частотах до 10 МГц. В этой статье мы рассмотрим, почему сертификаторы используются для тестирования кабелей локальных сетей, что они тестируют, почему важно проводить сертификацию кабелей, даже когда заказчик не требует этого, а также различия между сертификаторами и другими типами тестеров сетевого кабеля.

Самым первым доступным сертификатором стал LANTech 10 производства компании Beckman Industrial, находящейся в Сан-Диего, Калифорния. LT-10 был первым полевым тестером, который мог измерить перекрестные помехи на ближнем конце (NEXT) кабеля, чтобы охарактеризовать качество концевой обжима кабеля. Таким образом, впервые передовые методы измерений стали доступны инженерам в портативном тестере. Это было в 1993 году, спустя 25 лет все значительно изменилось. Компания Beckman Industrial теперь называется IDEAL Networks, и LANTech-10 уступил место LanTEK III, который выполняет тестирование на частотах до 1000 МГц, что в 100 раз выше, чем у сертификатора, который был первопроходцем.

Но следует отметить, что причины, по которым мы сертифицируем кабель, остаются в основном прежними. Все начинается со стандартов кабельных соединений. Два основных органа по стандартизации, которые определяют спецификации сетевых кабелей, - это ISO/IEC со стандартами серии 11801 и ANSI/TIA со стандартами серии 568. В указанной серии содержатся стандарты, предъявляющие требования к кабелям и компонентам, и стандарты с требованиями к кабельным соединениям.

### Стандарты

Стандарты на компоненты определяют характеристики разъемов/розеток и штекерных коннекторов для каждой категории производительности. Сегодня есть стандарты характеристик для категорий 3, 5e, 6, 6A, 7, 7A, 8.1 и 8.2. Эти стандарты используются производителями компонентов для проектирования и тестирования своей продукции. Когда специалист покупает розетку категории 6A, он предполагает, что производитель гарантирует, что она имеет характеристики, определенные стандартом ISO или TIA для категории 6A.

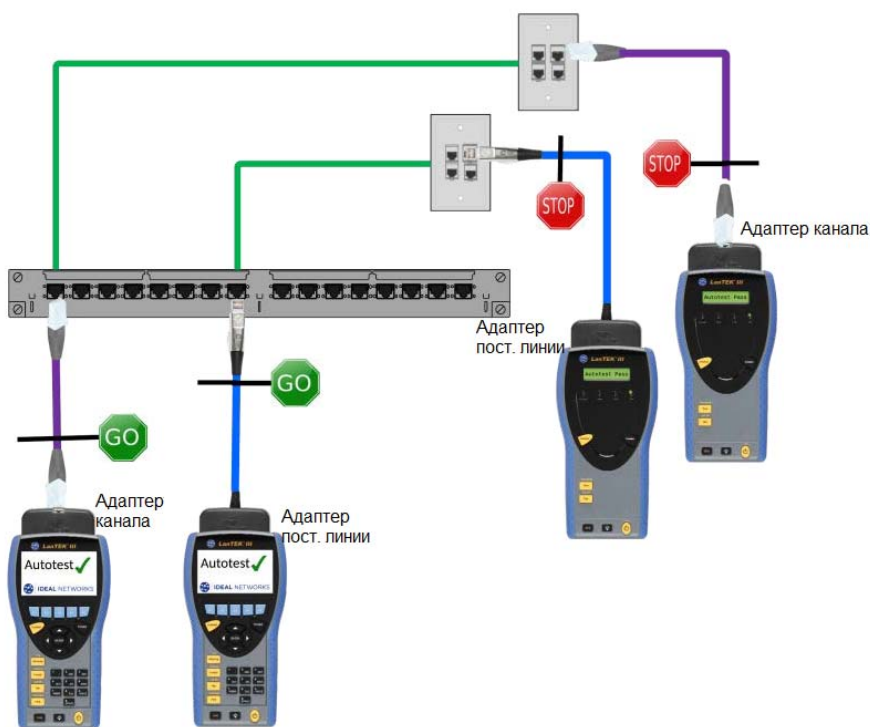
Стандарты кабелей определяют характеристики только кабеля, без подключения разъемов. Как и в случае со стандартами на компоненты, мы предполагаем, что бухта кабеля с маркировкой cat 6A соответствует требованиям к характеристикам, определенным в стандартах ISO и TIA для категории 6A.

Стандарт для кабельных соединений - это тот документ, который используют инженеры на местах для тестирования смонтированных кабельных систем. Стандарт на кабельные соединения определяет характеристики готовых соединений и каналов, когда разъемы и кабель уже установлены на месте. Тестирование на месте имеет решающее значение, поскольку характеристики соединения и канала определяют, будет ли сетевое оборудование работать надлежащим образом и обеспечивать заявленную пропускную способность.

При настройке сертификационного тестера выбирается нужный стандарт, а также конфигурация тестируемого кабеля. Есть два варианта сертификации коммерческих кабелей - канал и постоянная линия.

На приведённой ниже схеме установленная кабельная система, называемая постоянной линией (PL), показана зелёным цветом, а патч-корды показаны фиолетовым. Измерение канала начинается на расстоянии примерно 2 см от адаптера канала сертификационного тестера и включает кабель патч-корд с коннектором, подсоединённым к распределительной панели, и разъем в рабочей зоне. Соединение на адаптере канала не включено в тест. Черные линии и надписи Stop/Go показывают части тестируемой кабельной системы.

При тестировании постоянной линии (PL) тестируется только установленный кабель (зеленый на схеме) с использованием специальных адаптеров постоянной линии (PL) на сертификационном тестере. Здесь тест включает в себя соединение на распределительной панели и разъем в рабочей зоне, а также около 2 см кабеля адаптеров постоянной линии. Это самый распространенный тест, выполняемый на месте, потому что он проверяет компоненты, за которые отвечает установщик, и не проверяет патч-корды, которые конечный пользователь сети может сменить и сделать недействительными результаты сертификационных испытаний.



Конфигурации тестирования каналов (фиолетовые патч-корды) и постоянных линий (адаптеры с синими шнурами)

Следует воспринимать сертификационные тестеры как приборы, тестирующие третий элемент кабельной системы. Первые два элемента - это кабель и компоненты, которые проверяются производителями. Третий элемент - это смонтированная сеть. Мы знаем, что качественные разъемы и кабель обеспечивают их заявленные характеристики при надлежащей установке в лабораторных условиях. Но установка в полевых условиях значительно отличается от установки в лаборатории. При установке на реальном объекте кабель может быть растянут, перекручен, раздавлен, проложен в горячих зонах, подвергнут воздействию воды и плохо



соединен с разъемом. Именно по этим причинам мы сертифицируем смонтированные сети, чтобы гарантировать, что отдельные качественные компоненты образуют законченную качественную кабельную систему.

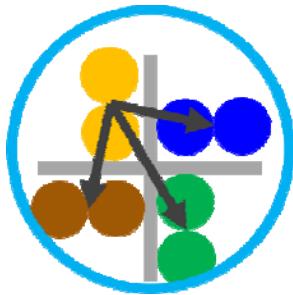
## Что измеряет сертифициатор, чтобы убедиться в пропускной способности кабельной системы?

Основными параметрами, которые измеряет сертифициатор, являются возвратные потери (return loss) и перекрестные помехи (crosstalk). Эти два измерения являются тем, что отличает сертифициаторы от всех других типов тестеров сетевого кабеля, включая квалификаторы.

Измерение перекрёстных помех - это измерение наводки сигнала из одной пары кабеля в другую. В идеале сигнал не должен передаваться из одной пары в другую, но на практике этого нельзя избежать. Уровень перекрестных помех зависит от частоты и на более высоких частотах даже очень небольшие нарушения в линии приведут к высоким уровням перекрестных помех. Перекрестные помехи возникают вдоль всего кабеля и наиболее выражены на концах (разъёмах), где нарушается физическая структура (происходит скручивание) кабеля. Сертифициаторы измеряют несколько типов перекрёстных помех.

Переходное затухание на ближнем конце (NEXT - Near End Crosstalk).

При этом измерении сигнал подаётся и измеряется на одном и том же конце кабеля. Эти измерения выполняются на обоих концах кабеля между каждыми из четырёх пар. Всего шесть результатов для каждого конца кабеля. Значение NEXT - это ключевой параметр для определения качества компонентов, используемых при прокладке кабельной системы.

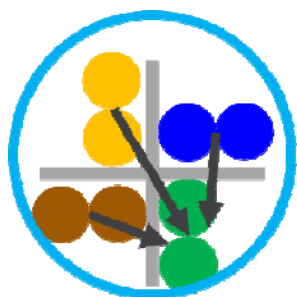


Переходное затухание на дальнем конце (FEXT - Far End Crosstalk).

Сигнал подается на один конец кабеля и измеряется на другом конце. Показания FEXT не приводятся как результат непосредственного тестирования, хотя они используются в расчетах для других измерений, таких как защищённость на дальнем конце ACR-F (разность величин переходного затухания на дальнем конце и затухания).

Суммарное переходное затухание на ближнем конце (Powersum NEXT).

Вычисленное значение суммарного воздействия перекрёстных помех от любых трех пар на четвертую пару кабеля.



### Межкабельные перекрёстные помехи (Alien Crosstalk).

При измерении межкабельных перекрёстных помех вместо измерения наводки сигнала из одной пары в другую в одном и том же кабеле, измеряют наводки сигнала из одного кабеля в проложенный рядом другой кабель. Межкабельные перекрёстные помехи становятся проблематичными на частотах более 300 МГц, но почти полностью устраняются при использовании экранированных кабелей.

Перекрёстные помехи в любой форме являются нежелательными, приёмопередатчики могут работать при некотором количестве перекрёстных помех, но если они превышают допустимые уровни, биты будут потеряны и пострадает пропускная способность канала.

Наиболее распространенными источниками чрезмерных перекрёстных помех являются раскручивание пар при концевой заделке, разъемы низкого качества и кабели/разъемы, которые не рассчитаны на частоту, на которой они тестируются, несовместимые штекеры/разъемы от разных поставщиков, множество соединителей в канале и плохой контакт между проводом кабеля и контактом разъема (плохая концевая заделка).

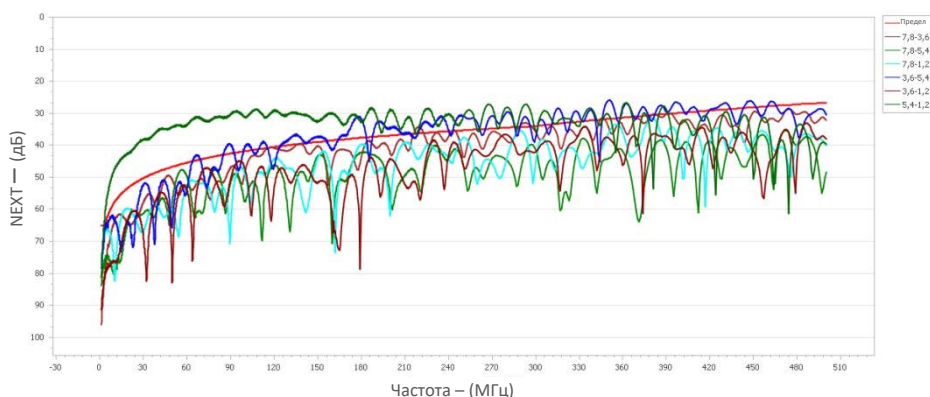
Возвратные потери – это отношение мощности прямого сигнала к мощности отражённого. Высокий уровень возвратных потерь свидетельствует о вероятном возникновении сильных эхо-сигналов, которые будут мешать передаче сигнала в одном направлении, но также могут уменьшить эффективную длину кабельной линии/канала. Мощность передаваемого сигнала уменьшается на мощность отражённого сигнала, что приводит к тому, что мощность оказывается недостаточной для осуществления передачи по длинному кабелю.

Описанные выше измерения, выполняемые сертифицированным прибором, точно определены в стандартах ISO и TIA и не выполняются никаким другим типом тестеров. К сожалению, эти приборы не дешёвы.

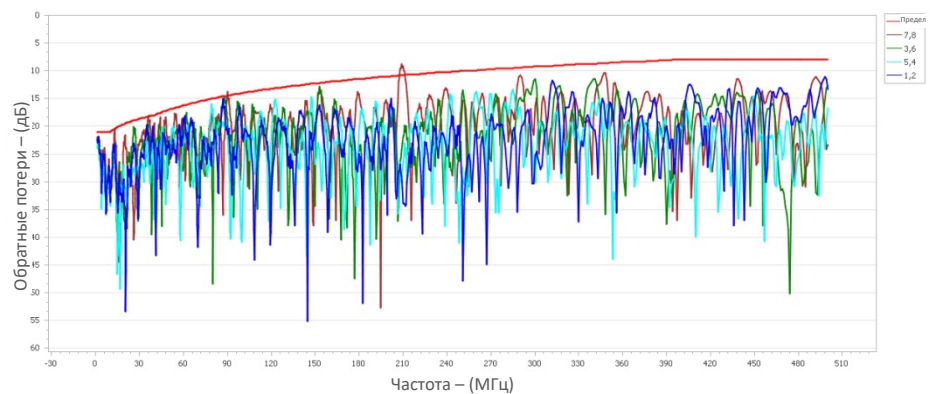
Сертификаторы измеряют сигналы с уровнем потерь приблизительно 80 дБ относительно опорного сигнала. Используя измерение перекрёстных помех в качестве примера, имеем: при подаче сигнала с уровнем 1 вольт на пару 1,2 и измерить его наводку на паре 3,6, то при ослаблении 80 дБ получим 0,001 вольт. Оборудование для измерения таких сигналов на частоте от 100 кГц до 1000 МГц очень сложно проектировать и дорого производить.

Лабораторный прибор, функции которого выполняют кабельные сертифицированные приборы в полевых условиях, называется векторным анализатором цепей (VNA). Типичный векторный анализатор цепей стоит около 50 000-60 000 долларов, и его можно подключить только к двум парам сетевого кабеля за раз. Таким образом, необходим ВЧ-коммутатор стоимостью 30 000-40 000 долларов, с которым общая стоимость лабораторной системы для измерения сетевых кабелей

составит 80 000-100 000 долларов США. Кроме того, тестирование одного кабеля с помощью векторного анализатора цепей может занять до 20 минут! Портативный сертифицикатор кабелей выполняет те же измерения, что и лабораторная система стоимостью 100 тыс. долларов, и делает это за несколько секунд, а не минут, за небольшую часть этой стоимости.



Пример превышения переходного затухания на ближнем конце (NEXT) – для всех пар помехи должны быть ниже красной предельной линии



Пример превышения значения возвратных потерь – для всех пар обратные потери должны быть ниже красной предельной линии

### Действительные и заявленные характеристики

Помимо обнаружения неисправностей компонентов или монтажа, другой важной функцией сертифицикатора является определение действительных характеристик смонтированной кабельной системы. Поскольку характеристики сетевых кабелей не влияют на безопасность, надзорные органы не требуют тестирования, выполняемого третьей стороной, чтобы убедиться, что изделия имеют характеристики, приведенные на упаковке или в рекламной литературе.





Нельзя быть абсолютно уверенным, что маркировка категории 5e, 6 или 6A со знакомым значком на разъемах и кабеле гарантируют характеристики этих компонентов. На рынке есть продукция с маркировкой, которой она не соответствует, и установщик никогда не узнает, что характеристики не находятся на должном уровне, без сертификации в полевых условиях. Подавляющее большинство установленных кабельных систем не сертифицировано, и производители, которые намеренно неправильно маркируют свои изделия, используют это, чтобы получить выгоду за счет заказчиков, которые не могут позволить себе купить сертифицированный. Чтобы убедиться, что приобретенные компоненты имеют требуемые характеристики, выбирайте заслуживающие доверия марки или проверяйте смонтированную сеть с помощью сертифициатора, чтобы доказать ее соответствие стандарту.



Эти стандартизированные значки определены в стандартах ISO 11801 и TIA 568 для указания характеристик разъемов, однако использование этих символов не гарантирует соответствие характеристикам.

*Обратите внимание на слова «класс» и «категория». Организация ISO/IEC использует слово «класс», а ANSI/TIA использует слово «категория» для определения характеристик проложенных кабельных линий. Обе организации используют слово «категория» для определения характеристик компонентов. Таким образом, канал класса EA по ISO/IEC выполнен из компонентов категории 6A по ISO/IEC.*

Выбор компонентов премиального бренда не устраняет риск полностью, потому что эти бренды часто подделывают. Известно много примеров, когда установщики тестировали с помощью сертифициаторов продукцию премиум-класса, и обнаруживали, что 100% установленных кабельных линий не соответствуют требованиям, и, при возврате этих компонентов производителю, оказывалось, что они были поддельными. Если бы эти инсталляции не были протестированы с помощью сертифициатора, заказчики, вероятно, никогда бы не узнали, что были установлены поддельные компоненты.

## Пропускная способность и сертификация

Распространённый вопрос, связанный с сертификацией звучит так: «Как кабель может не пройти сертификационное испытание и все еще передавать данные?» Чтобы ответить на него, необходимо понимать различия между требованиями к характеристикам для различных скоростей передачи данных и категориям производительности кабельных систем. Лучше всего начать с требований к частоте и разницы между частотой и скоростью передачи данных.

Скорость передачи данных - это объем данных, передаваемых через кабель или сеть, измеренный в мегабитах в секунду (Мбит/с). Скорость передачи данных является ключевой метрикой при определении скорости Ethernet и является функцией частоты подачи сигналов и



типа кодирования, используемого для формирования битов данных. Общепринятые скорости передачи данных по витой паре - 10, 100, 1000 Мбит/с и 10 Гбит/с. Скорость 40 Гбит/с только что стала доступной, а 25 Гбит/с скоро появится, хотя их дальность передачи ограничена 30 метрами против 100 метров при использовании других скоростей передачи данных.

Частота кабеля - это частота, на которой кабель тестируется при сертификации. Разница между частотой кабеля и скоростью передачи данных обусловлена кодированием, используемым для формирования битов данных, и количеством пар, используемых для передачи данных.

Тип Ethernet	Класс/Категория	Частота кабеля	Скорость передачи данных	Количество используемых пар	Дальность канала
10Base-T	C/3	10 МГц	10 Мбит/с	2	100 м
100Base-TX	D/5E	100 МГц	100 Мбит/с	2	100 м
1000Base-T	D/5E	100 МГц	1000 Мбит/с	4	100 м
1000Base-TX	E/6	250 МГц	1000 Мбит/с	2	100 м
10GBase-T	EA/6A	500 МГц	10000 Мбит/с	4	100 м
25GBase-T	EA/6A или F или FA	1250 МГц	25000 Мбит/с	4	15 м
40GBase-T	I/8.1 или II/8.2	2000 МГц	40000 Мбит/с	4	30 м

Обратите внимание на несоответствия между частотой кабеля и скоростью передачи данных для различных типов Ethernet. Чаще всего сегодня используется 1000Base-T или 1G Ethernet, и, хотя для его работы требуется кабельная система всего лишь класса D, большинство людей устанавливают кабели класса E или EA, которые сертифицированы на 250 и 500 МГц соответственно. Таким образом, кабельная система тестируется на скорости, в 5 раз превышающей скорость, необходимую для нормальной работы сети. В этом случае кабель может не пройти сертификационное испытание на класс E/EA и по-прежнему отлично работать в сети 1000Base-T из-за существенной разницы между проверяемой скоростью и минимальными рабочими требованиями.

Наиболее распространенной причиной разницы между классом установленной кабельной системы и скоростью передачи данных используемого сетевого оборудования является подготовка к использованию в будущем. Сегодня стоимость коммутаторов 10G все еще составляет около 300 долларов за порт, а коммутаторы 1G стоят 5-10 долларов за порт. 10G все еще является слишком дорогостоящим для использования на каждой рабочей станции и его применение ограничивается центрами обработки данных. Тем не менее, разница в стоимости между кабелями класса E и EA достаточно мала, чтобы многие организации заплатили за прокладку лучших кабелей, чтобы обеспечить переход на сети 10G при снижении стоимости оборудования в будущем. Таким образом, даже если сеть 1G будет нормально работать на низкокачественной кабельной системе класса EA, инфраструктура должна быть спроектирована и протестирована с учетом поддержки будущих приложений, когда организации будет готова их развернуть.

## Сертификация и квалификация



В начале этой статьи обсуждалась роль стандартов в сертификационных испытаниях. Требования к сертифицированным кабелям в отношении выполняемых измерений и их точности были разработаны в соответствии с требованиями к производительности кабельных систем.

Организации по стандартам не определяют тесты, производительность или точность характеристик при квалификации кабелей. Требования к квалификаторам кабелей оставляют за изготовителем тестера, который решает, что тестировать, насколько точным будет прибор и как он будет отображать результаты. Проблема нестандартизированного тестирования состоит в том, что результаты тестера одного производителя нельзя сравнивать с результатами тестера другого производителя. Кроме того, не определив предельные значения «Прошел/Не прошел», невозможно понять, что значит «квалификатор забраковал кабель». По этим причинам ни один крупный производитель кабелей или соединителей не примет результаты испытаний, выполненных квалификатором, для программ сертификации кабелей/гарантии.

При покупке тестера может быть не всегда понятно, где настоящий сертифицированный, а где квалификатор. Иногда рекламные материалы могут размывать линии раздела между этими двумя типами тестеров. Все сертифицированные должны соответствовать определенным критериям:

- удовлетворять требованиям ISO/IEC 61935 и TIA 1152-A в отношении погрешности измерений (как минимум соответствовать уровню ETL Level III/IIIe),
- иметь возможность измерения переходного затухания на ближнем конце (NEXT), суммарного переходного затухания на ближнем конце (PSNEXT), возвратных потерь, вносимых потерь и защищенности на дальнем конце (ACR-F),
- иметь частотный диапазон тестирования не менее 500 МГц.

Вопрос стоимости интересен тем, что для проведения тестов, требуемых от сертифицированных, необходимо наличие дорогостоящей схемы внутри прибора, и нет способа избежать этого. Новый сертифицированный не может продаваться за пару тысяч долларов, такая цена тестера должна быть красным флагом, вызывающим подозрение.

Таким образом, сертификационные тестеры – лучший инструмент, гарантирующий, что установленная кабельная система соответствует строгим требованиям к производительности, определенным стандартами ISO/IEC и ANSI/TIA. Они находят неисправные компоненты, причины ошибок установки и помогают убедиться, что комплектующие являются подлинными продуктами, а не подделками с низким качеством.

Компания IDEAL Networks

Переведено и подготовлено для публикации ООО «Евротест»

ООО «Евротест» - эксклюзивный представитель IDEAL Networks в России

198216 Санкт-Петербург  
Ленинский пр., 140  
Тел.: (812) 703-05-55  
[www.idealnetworks.ru](http://www.idealnetworks.ru)



IDEAL INDUSTRIES, INC.

[www.idealnetworks.ru](http://www.idealnetworks.ru)  
Тел.: (812) 703-05-55

Сертификация СКС