

# ТЕСТИРОВАНИЕ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЯХ ETHERNET

Руководство по профилактике  
и устранению основной причины  
простоя в промышленных  
сетях Ethernet



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>В каких случаях нужен полнофункциональный прибор для приемо-сдаточных испытаний?.....</b>	<b>6</b>
<b>В каких случаях нужен прибор для проверки кабельных сегментов и сетевых устройств? .....</b>	<b>9</b>
<b>В каких случаях достаточно тестера для проверки непрерывности? .....</b>	<b>11</b>
<b>Руководство по выбору измерительного оборудования .....</b>	<b>12</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Технологии промышленных сетей Ethernet распространяются в производственной среде все шире. Прежние системы управления, основанные на аналоговых контрольных сигналах от 4 до 20 мА или последовательных цифровых протоколах, постепенно устаревают. Поддерживать их в работоспособном состоянии становится труднее с каждым днем. По состоянию на 2020 г. устаревшие промышленные протоколы (Fieldbus) использовались лишь в трети проданных промышленных сетевых узлов. При этом популярность промышленных сетей Ethernet быстро растет, причем в самых разных отраслях промышленности. Для многих систем управления и автоматизации на производствах критически важно поддерживать работу приложений в реальном времени, при этом конфигурация систем может быть достаточно сложной. При переходе производственных систем управления на промышленные сети Ethernet безотказная работа сети по-прежнему остается критически важным фактором. Мы знаем, что безотказная работа сети имеет решающее значение для прибыльности предприятий и обеспечения качества продукции. Также мы понимаем, что один сбой может вызывать другие, что приведет к значительной потере времени и средств.

---

Чтобы оперативно выявлять и устранять проблемы в промышленных сетях, необходимо ставить правильные вопросы и использовать правильное измерительное оборудование. На производствах работают специалисты по системам управления, сетевые инженеры, техники, электрики, системные интеграторы... Приборы, которые необходимы им для работы, зависят от стоящих перед ними профессиональных задач.

- Вы специалист по монтажу кабельных систем и установке устройств в промышленных сетях Ethernet? Осуществляете сдачу-приемку новых систем или модернизируете существующие?
- В зону вашей ответственности входит программирование логических контроллеров PLC, частотно-регулируемых приводов VFD и тому подобного оборудования? Вы проводите диагностику всех видов сбоев в используемой системе управления?
- Возможно, ваша работа – монтаж, обслуживание и ремонт оборудования?
- Необходимо искать и устранять неисправности в промышленной кабельной системе Ethernet?
- Требуется предоставлять документацию о выполненной работе?

Чтобы правильно выбрать прибор для приемо-сдаточных испытаний, технического обслуживания или устранения сбоев в промышленных сетях Ethernet, важно понимать отличия между разными видами тестирования и знать функциональные возможности тестеров и приборов.

Приборы Fluke оснащаются разными наборами функций, предназначенными для разных задач. Они рассчитаны на неблагоприятные и быстро меняющиеся условия, характерные для производственной среды. Наше измерительное оборудование совместимо с различными видами разъемов, которые используются в промышленных кабельных системах. Приборы для тестирования можно разделить на три большие группы в зависимости от их назначения: полнофункциональные приборы для приемо-сдаточных испытаний, приборы для проверки кабельных сегментов и сетевых устройств, тестеры непрерывности.

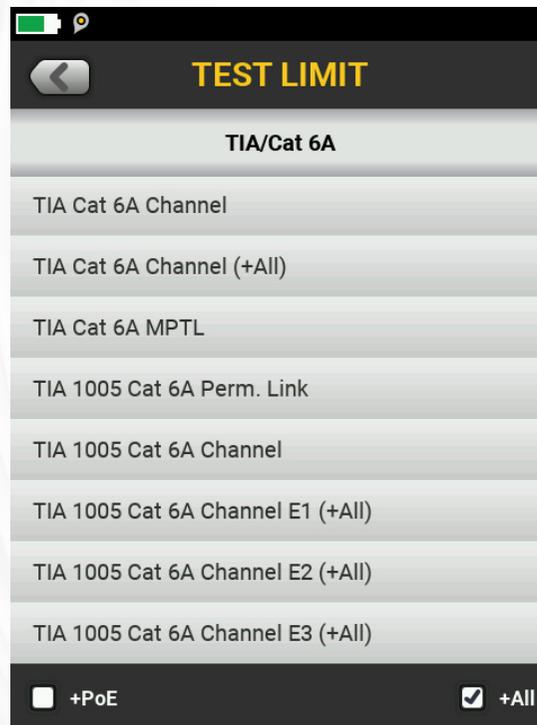
Функционал приборов из разных групп частично перекрывает друг друга, но все-таки каждая группа предназначена для ответов на свои вопросы:

- **Полнофункциональные приборы для приемо-сдаточных испытаний:** соответствует ли (установленный) кабель стандартам на медные промышленные кабельные системы Ethernet, разработанным Международной организацией по стандартизации (ISO) или Ассоциацией телекоммуникационной промышленности (TIA)?
- **Прибор для проверки кабельных сегментов и сетевых устройств:** могут ли установленные кабельные сегменты поддерживать требуемую скорость передачи данных в сети; поврежден ли конкретный кабель; куда ведет тот или иной кабельный сегмент; каковы ключевые характеристики порта коммутатора?
- **Тестер непрерывности:** правильна ли схема разводки в кабельном сегменте?

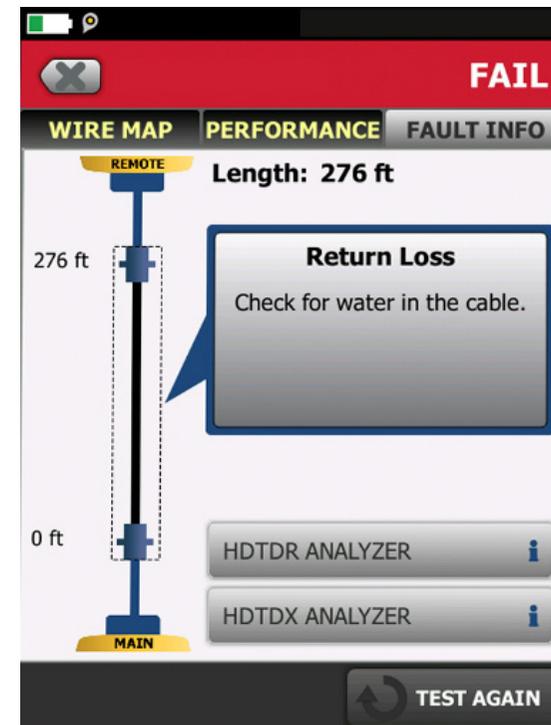
## В каких случаях необходим полнофункциональный прибор для приемо-сдаточных испытаний?

---

Полнофункциональный прибор для приемо-сдаточных испытаний измеряет целый ряд параметров в частотном диапазоне, заданном стандартами. Полученные результаты сопоставляются с требованиями стандартов. В дополнение к этим тестам необходимо убедиться, что кабельный сегмент соответствует требованиям сетевых протоколов, описанных в стандартах или разработанных конкретными производителями – например, PROFINET, Ethernet/IP (промышленный протокол), EtherCAT, Modbus-TCP и другие. Чтобы тестирование было выполнено правильно, необходимо настроить прибор на соответствующую конфигурацию (тестирование канала, тестирование совокупного сегмента). Следует указать типы используемых разъемов в соответствии с классификацией окружающих условий. Международная организация по стандартизации (ISO) и Ассоциация телекоммуникационной промышленности (TIA) разработали набор спецификаций, характеризующих окружающие условия на производственных объектах. Кроме того, определяются три типа условий окружающей среды (M.I.C.E. 1, 2 и 3), в каждом из них описываются четыре категории параметров: механические факторы (M), факторы проникновения (I), климатические/химические факторы (C) и факторы электромагнитной совместимости (E). В совокупности эти параметры составляют аббревиатуру MICE – такое обозначение используется в стандартах TIA-1005A и ISO 11801:3. Факторы MICE оцениваются по шкале от 1 до 3, при этом MICE 1 соответствует типовой офисной среде, MICE 2 описывает более жесткие условия окружающей среды, а MICE 3 соответствует условиям тяжелой промышленности. Для разных условий окружающей среды производители выпускают различные кабели и специализированные разъемы. Так, существуют кабели, которые продолжают работать даже после серьезной механической деформации, воздействия высокой температуры, погружения в жидкость или воздействия едких химических веществ.



В приборе DSX CableAnalyzer предусмотрены тесты, соответствующие разным уровням «Е» в классификации сред M.I.C.E.



Диагностические функции, которыми оснащены приборы DSX, могут идентифицировать как типовые, часто встречающиеся, так и редкие виды сбоев.

---

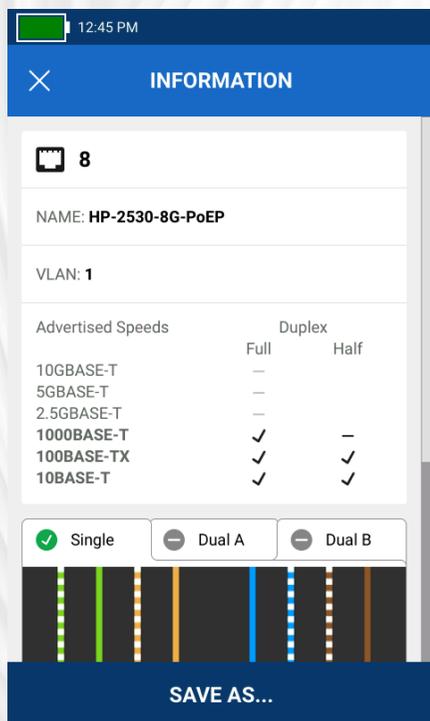
И все же больше половины сбоев в промышленных сетях Ethernet связано с кабельной инфраструктурой. Некоторые сбои выявляются по ходу ввода системы в эксплуатацию. В других случаях система обеспечивает соединение и работает должным образом до момента, когда меняются окружающие условия, и только тогда возникает сбой. Тестирование с помощью полнофункционального прибора для приемо-сдаточных испытаний перед вводом в эксплуатацию – единственный способ проверить, соответствует ли кабельная система всем перечисленным выше требованиям и спецификациям, и предотвратить появление сбоев в кабельной инфраструктуре. Тем не менее, даже прошедший тестирование кабельный сегмент может в какой-то момент дать сбой – например, при случайном порезе, обрыве, оплавлении. Полнофункциональные приборы для приемо-сдаточных испытаний можно применять и для диагностики. Они позволяют не только выявлять обрывы, но и обнаруживать более сложные проблемы – например, наличие воды под оболочкой кабеля; присутствие в сегменте разъемов, не соответствующих требуемым спецификациям; и т. п. Такие приборы тестируют все параметры кабельной среды передачи, в том числе перекрестные наводки, возвратные потери, однородность экрана по всей протяженности кабельного сегмента, а также потери поперечного преобразования TCL. Потери поперечного преобразования TCL характеризуют сбалансированность, симметричность кабеля – его способность передавать равные сигналы по обоим проводникам каждой пары. Для сред MICE E1, E2 и E3 органы стандартизации разработали требования к кабелям по величине потерь поперечного преобразования TCL.

## В каких случаях необходим прибор для проверки кабельных сегментов и сетевых устройств?



Прибор для проверки кабельных сегментов и сетевых устройств могут проверять и кабельную среду передачи, и параметры сетевых устройств, которые к ней подключены. Такие приборы позволяют грамотно управлять промышленными сетями, поддерживать бесперебойную и эффективную работу производственных линий. Прибор LinkIQ™ для промышленных сетей Ethernet и тестирования кабельных сегментов существенно упрощает жизнь двум основным категориям специалистов. Первая категория – специалисты по техническому обслуживанию и контрольно-измерительной аппаратуре. Их задача – поддерживать работоспособность промышленных сетей Ethernet на производствах.

Распространенность промышленных сетей Ethernet на производствах бурно растет. Техническим специалистам нужно поддерживать такие сети, устранять сбои в кабельной среде передачи и ошибки в подключении сетевых устройств. Вторая категория – инженеры по диспетчеризации и системам автоматического управления. Их задача – проектирование и внедрение систем управления и автоматизации на производстве. Промышленные сети Ethernet используются в системах диспетчеризации и автоматизированного управления все шире. Необходим прибор для тестирования таких сетей – только так можно гарантировать заказчикам, что установленные системы будут работать должным образом.

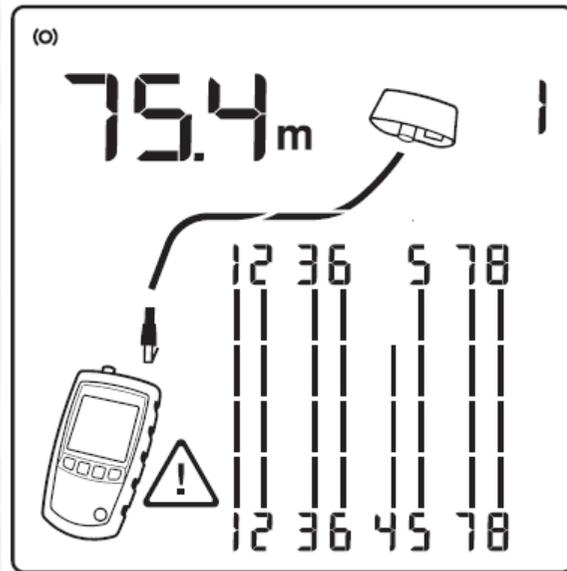


Прибор LinkIQ-IE показывает на экране имя коммутатора, номер порта, сеть VLAN, а также скорость сетевого подключения.

Прибор LinkIQ-IE проверяет, способен ли кабельный сегмент поддерживать сетевые приложения до 10GBASE-T. Измерение параметров проводится в соответствующем диапазоне частот. Кроме того, проверяется пригодность сегмента для реализации протоколов EtherNet/IP, PROFINET, EtherCAT. Для измерений на дальнем конце подключается удаленный адаптер (используются интерфейсы разъемов RJ45, M12X, M12D и M8D). Помимо проверки пропускной способности кабельного сегмента, прибор LinkIQ-IE также выполняет диагностику ближайшего сетевого коммутатора, определяя объявленную скорость передачи данных, имя коммутатора, номер порта, сеть VLAN. Также прибор проверяет параметры питания PoE – проводятся тесты согласования программно/аппаратных характеристик, измерение напряжения (В) и мощности подаваемого питания (Вт) с имитацией нагрузки. Кроме того, прибор LinkIQ-IE позволяет полностью документировать проведенные измерения – как для кабельных сегментов, так и для подключенных сетевых коммутаторов. Все перечисленные выше параметры фиксируются в результатах. Результаты можно сохранять в приборе под удобными именами и при необходимости просматривать в том же виде, в котором они отображались при первоначальном тестировании.

Благодаря всем перечисленным функциям, приборы для проверки кабельных сегментов и сетевых устройств (такие, как LinkIQ-IE) просто необходимо иметь всем специалистам, занятым диагностикой и поддержкой промышленных сетей Ethernet.

## В каких случаях достаточно тестера для проверки непрерывности?



Прибор MicroScanner™ выводит на экране длину кабеля и показывает обрыв проводника 4 на дальнем конце.

Тестер непрерывности должен быть у каждого технического специалиста, который прокладывает и заделывает кабель на объекте. Такие тестеры обязательно должны быть под рукой при поиске нужного порта или ошибок в схеме разводки.

Они обладают базовым функционалом для проверки непрерывности, схемы разводки, а также для подачи тональных сигналов (тон-генерации). Продвинутой функцией рефлектометрии во временной области (TDR) позволяет определить длину кабельной линии или расстояние до обрыва или короткого замыкания в тестируемом сегменте. Как правило, протяженность медного кабельного сегмента для приложений Ethernet ограничена 100 м. Слишком длинные кабели могут вызывать сбой, поскольку сигналы при получении на дальнем конце слишком слабы, чтобы их можно было корректно распознать. Также причиной сбоя может быть слишком большая задержка распространения сигнала из-за слишком длинного кабеля – она может привести к тому, что ответный сигнал не уложится в отведенные временные рамки. Тестер для проверки непрерывности умеет обнаруживать активное оборудование, подключенное на дальнем конце – например, сетевой коммутатор.

# Руководство по выбору измерительного оборудования



	MS-POE-IE	LIQ-100-IE	DSX2-5-IE-K1
	<b>Проверка непрерывности кабеля, опрос коммутатора POE</b>	<b>Проверка пропускной способности кабельного сегмента и характеристик порта Ethernet коммутатора</b>	<b>Приемо-сдаточные испытания на соответствие стандартам TIA/ISO, продвинутые функции диагностики</b>
Сертификация на соответствие международным стандартам			✓
Тестирование кабеля и разъемов по параметрам		Измеряются: Параметры NEXT, RL, IL	Двухнаправленное тестирование по всем параметрам
Проверка на соответствие уровням «Е» по классификации М.І.С.Е.			✓
Тестирование однородности экрана, чтобы обнаружить точки подключения, уязвимые для электромагнитных наводок (EMI), влияющие на электромагнитную совместимость (EMC)			✓
Проверка схемы разводки, непрерывности и длины, генерация тональных сигналов	✓	✓	✓
Документирование результатов тестирования для сдачи-приемки системы		В приборе сохранена 1000 результатов. Подготовка документации при помощи ПО LinkWare™ PC	В приборе сохранено 12 700 результатов тестирования на категорию 6A. Подготовка документации при помощи ПО LinkWare PC и облачного сервиса LinkWare™ Live
Тестирование сетевых устройств		Имя коммутатора, номер порта, сеть VLAN; настройки симплекса/дуплекса; запуск мигания светодиода на порту коммутатора	
Скорость сетевого подключения	от 10 Мбит/с до 10 Гбит/с	от 10 Мбит/с до 10 Гбит/с	
Поддерживаемые разъемы	RJ45, M12D, M12X и M8D	RJ45, M12D, M12X и M8D	RJ45, M12D, M12X (Tera, GG45 и коаксиальный заказываются отдельно)
Тестирование волоконной оптики			✓(требуется дополнительные измерительные модули для волоконной оптики)
Пользовательский интерфейс	Монохромный	Цветной сенсорный экран, управление движениями пальцев	Большой цветной сенсорный экран, управление движениями пальцев; система управления проектами ProjX; автоматическая диагностика сбоев

---

## Гарантия стабильности и работоспособности сети!

Более полная информация по технологиям тестирования кабельных систем и телекоммуникационным стандартам доступна на сайте: [www.flukenetworks.com/industrialethernet](http://www.flukenetworks.com/industrialethernet)

Номер для связи с экспертом в вашем регионе можно найти в разделе: [www.flukenetworks.com/contact](http://www.flukenetworks.com/contact)