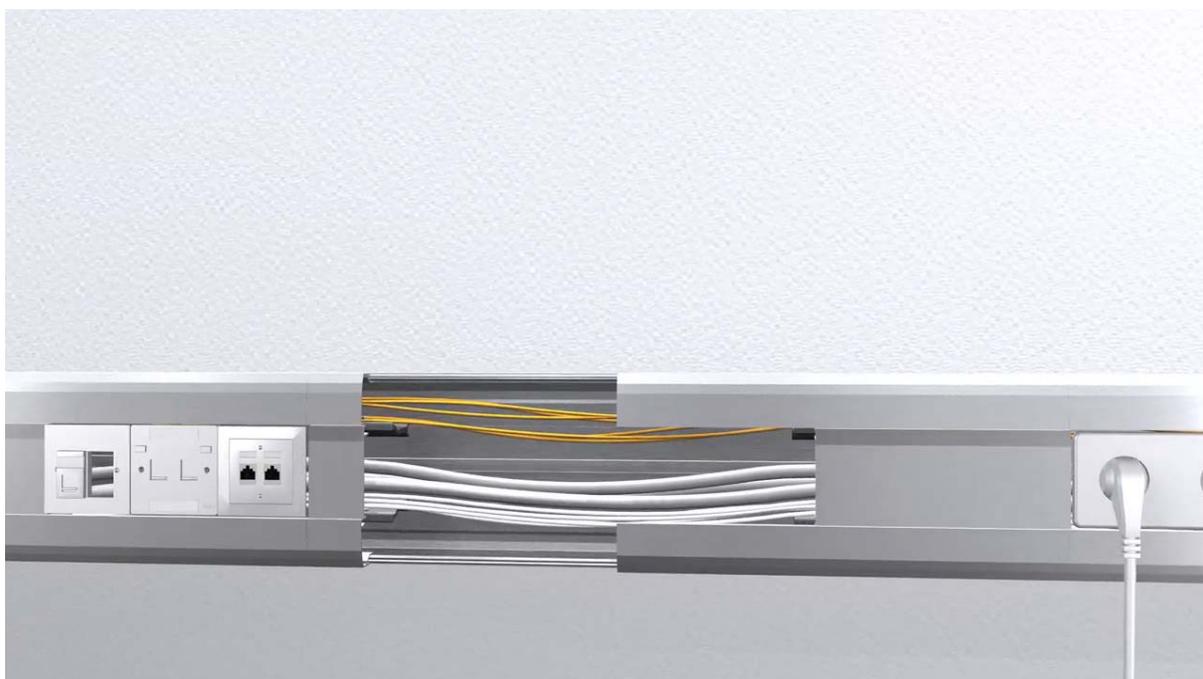


Безопасные расстояния между информационной проводкой и электрическими устройствами



Торстен Пунке
Ведущий руководитель программы офисных кабельных систем
Руководитель программы ЦОД в регионе EMEA

Введение

С появлением новых услуг и увеличением числа устройств, питающихся от электросети, вопросы электромагнитной совместимости (ЭМС) ИТ-оборудования и правильности его монтажа приобретают все большую важность. К созданию информационной проводки для приложений 1 и 10 Gigabit Ethernet необходимо подходить с учетом требований ЭМС.

Новая редакция европейского стандарта EN 50174-2 и его международная версия ISO/IEC 14763-2 являются основными нормативными документами в области ЭМС кабельных систем.

В соответствии с требованиями данных стандартов, при проектировании информационной проводки необходимо рассматривать помимо характеристик самой кабельной системы, также электромагнитную обстановку на объекте инсталляции. Требования стандарта в первую очередь относятся к кабельным системам, предназначенным для передачи высокоскоростных приложений (1 Гбит/с и выше), так как они наиболее чувствительны к электромагнитным помехам в канале передачи информации.

Еще одним нормативным документом, имеющим существенное значение, является стандарт ISO/IEC 29106. Данный стандарт вводит классификацию условий окружающей среды на объекте инсталляции СКС, такая классификация называется MICE (расшифровывается как Mechanical, Ingress, Chemical and Electromagnetic - механические воздействия, проникновение пыли и влаги, климатические условия и электромагнитные влияния).

Для каждого из критериев предусмотрены 3 уровня, где 1 (низший) уровень характеризует среду с контролируруемыми параметрами (т.е. офисные помещения), а 3 (наивысший) – среду с неблагоприятными условиями эксплуатации СКС (промышленные предприятия, медицинские лаборатории и т.п.).

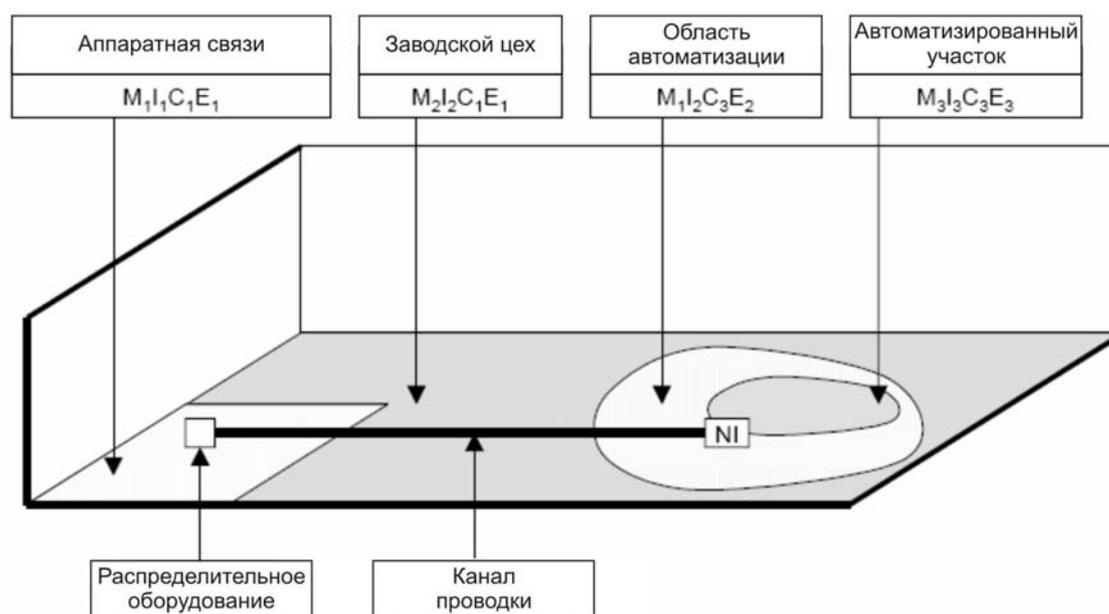


Рис. 1 Пример классификации MICE в различных помещениях промышленного предприятия.

Определение электромагнитной совместимости информационной проводки

При определении электромагнитной совместимости информационной кабельной системы необходимо рассматривать следующие факторы:

- Собственное излучение кабеля вовне в момент передачи информации
- Устойчивость кабеля к воздействию на него внешних электромагнитных помех

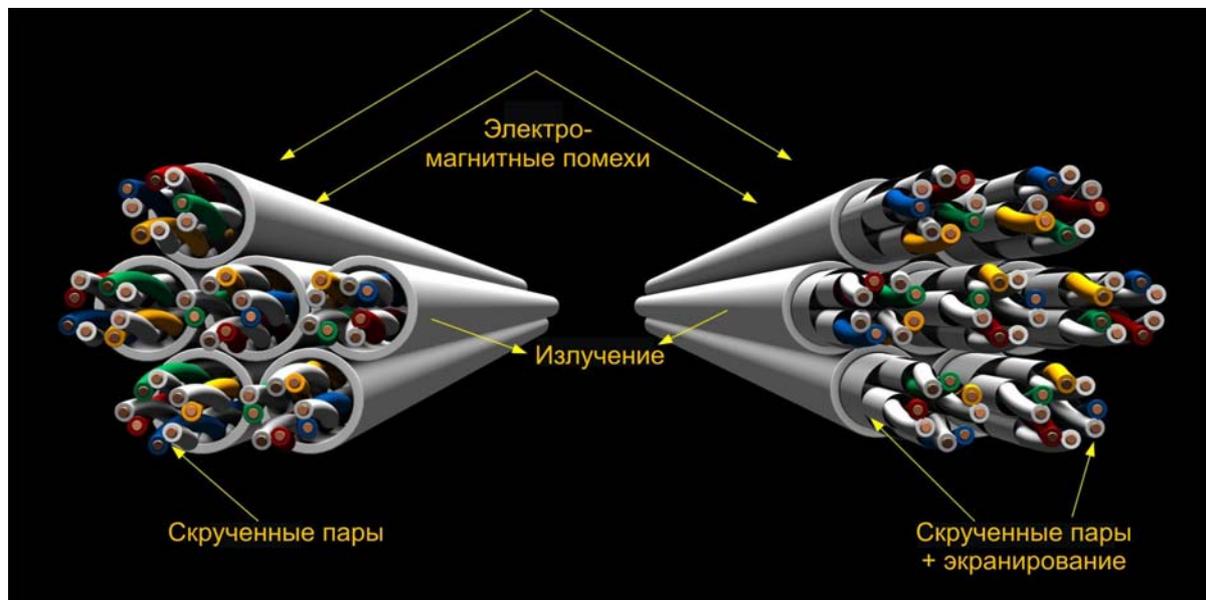


Рис.2 Пример электромагнитного взаимодействия информационной проводки.

Электромагнитная совместимость в витопарных медножильных кабелях обеспечивается двумя способами :

- Скруткой пар
- Экранированием

Параметр, который позволяет оценить уровень электромагнитной совместимости витопарных кабелей получил название Затухание излучения (coupling attenuation).

Параметр затухания излучения может быть измерен на частотах до 1000 МГц и применяется для оценки как для неэкранированных, так и для экранированных систем.

Такие параметры как TCL и LCL (поперечные и продольные потери преобразования) не позволяют в полной мере оценить характеристики ЭМС, не применяются для оценки экранированных кабельных систем и могут быть измерены только на частотах до 250 МГц.

Электромагнитное воздействие	E ₁	E ₂	E ₃
Радиочастотные помехи			
80 МГц – 1,0 ГГц	3 В/м	3 В/м	10 В/м
1,4 ГГц – 2,0 ГГц	3 В/м	3 В/м	3 В/м
2,0 ГГц – 2,7 ГГц	1 В/м	1 В/м	1 В/м
Кондуктивные помехи			
150 кГц – 80 МГц	3 В	3 В	10 В
Наносекундные импульсные помехи	500 В	1000 В	2000 В
Магнитное поле (50/60 Гц)	1 А/м	3 А/м	30 А/м
Электростатический разряд			
- контактный разряд (0,667 мкКл)	4 кВ	4 кВ	4 кВ
- воздушный разряд (0,132 мкКл)	8 кВ	8 кВ	8 кВ

Табл.1 Пять параметров электромагнитного воздействия модели MICE

Требования MICE, показанные в таблице 1, отражают типовые электромагнитные воздействия, необходимые для оценки ЭМС кабельной системы. Каждое электромагнитное воздействие имитирует определенный тип источника электромагнитных помех, присутствующий на объекте (Табл.2).

Электромагнитные воздействия	Источники
Электростатический разряд – контактный (0, 667 мкКл)	Декоративные покрытия пола или материалы, при контакте с которыми человек получает заряд; прикосновение (к другим объектам) вызывает разряд.
Электростатический разряд – воздушный (0,132 мкКл)	Декоративные покрытия пола или материалы, при контакте с которыми человек получает заряд; разряд происходит через воздух.
Радиочастотные помехи	Электромагнитные радиоволны от ТВ или радиостанций, мобильных радиосредств и т.п.
Кондуктивные помехи	Электромагнитные радиоволны от ТВ или радиостанций, мобильных радиосредств и т.п.
Наносекундные импульсные помехи	Передаточные процессы в силовых кабелях и результат их воздействия на кабели передачи данных. Устройства, потребляющие электроэнергию, такие как двигатели и лампы накаливания, включаются и выключаются, генерируя при этом высокочастотные импульсы.
Магнитное поле (50/60 Гц)	Оборудование, работающее на промышленной частоте (50 Гц), напр. трансформаторное оборудование и низковольтные распределительные панели. Затрагивает расстояние между силовыми кабелями и кабелями передачи данных

Табл.2 Источники электромагнитных помех

В реальной жизни различные источники электромагнитных помех не работают по отдельности, все они взаимодействуют между собой и оказывают влияние на прочие системы, в том числе на информационную проводку. Это могут быть переходные процессы в силовых кабелях, беспроводные устройства и т.д.

Приведенная ниже Таблица 3 позволяет оценить влияние на информационную проводку, предназначенную для передачи гигабитных и 10 гигабитных приложений, реально-существующих источников электромагнитных помех в зависимости от расстояния.

Источник влияния	Расстояние от информационной проводки	Электромагнитная („E“) классификация
Передатчик (ТВ, радио, мобильная телефония)	< 3 км	E ₃
	≥ 3 км	E ₁ или E ₂
Флуоресцентные лампы дневного света	< 0,15 м	E ₃
	≥ 0,15 м	E ₁ или E ₂
Электродвигатели	< 0,5 м	E ₃
	≥ 0,5 м	E ₁ или E ₂
Мобильные телефоны	< 3 м	E ₃
	≥ 3 м	E ₁ или E ₂
Силовые кабели, 230 В	< 0,5 м	E ₃
	≥ 0,5 м	E ₁ или E ₂

Табл.3 Влияние различных источников электромагнитных помех на информационную проводку

Важно: современные стандарты СКС настаивают на обязательном использовании критериев оценки ЭМС по классификации MICE на стадиях проектирования, инсталляции и эксплуатации СКС. Информационная кабельная система, установленная на объекте заказчика, должна стабильно функционировать в существующих условиях окружающей среды и электромагнитной обстановки. Так, минимальным уровнем электромагнитного воздействия является уровень E₁ в соответствии с MICE.

Расстояние между силовыми и информационными кабелями.

Вопрос параллельной прокладки силовых и информационных кабелей является достаточно актуальным. Для обеспечения электромагнитной развязки силовой и информационной проводки, новая редакция европейского стандарта EN 50174-2 2009 требует прокладывать информационные кабели на определенном расстоянии от силовых. Минимально-допустимое расстояние зависит от параметра ЭМС информационной кабельной системы (затухание излучения), потребляемой мощности силового кабеля, наличия или отсутствия металлического разделителя.

В соответствии с Табл. 4 стандарта EN 50174-2 2009, каждому типу информационной проводки в зависимости от конструкции (экранированная или неэкранированная) присваивается определенный Класс разделения. Так, например, для дважды экранированных кабелей S/FTP или F/FTP это Класс «d», а для неэкранированных кабелей U/UTP – Класс «a» или «b». Основным параметром оценки ЭМС для любых типов кабелей является параметр излучения. Введение параметра TCL (поперечных потерь преобразования) в стандарт для UTP кабелей произошло под влиянием Северной Америки.

Информационные кабели			Класс разделения
Экранированные	Неэкранированные	Коаксиальные/Двухпроводные экранированные	
Затухание излучения при частотах от 30 до 100 МГц, дБ	TCL при частотах от 30 до 100 МГц, дБ	Затухание экранирования при частотах от 30 до 100 МГц, дБ	
≥ 80 дБ ^а	$\geq 70 - 10 \times \lg f$	≥ 85 дБ ^г	d
≥ 55 дБ ^б	$\geq 60 - 10 \times \lg f$	≥ 55 дБ	c
≥ 40 дБ	$\geq 50 - 10 \times \lg f^b$	≥ 40 дБ	b
< 40 дБ	$\geq 50 - 10 \times \lg f$	< 40 дБ	a

^а Кабели, соответствующие EN 50288-4-1 (EN 50173-1:2007, Категория 7) удовлетворяют требованиям Класса разделения "d".

^б Кабели, соответствующие EN 50288-2-1 (EN 50173-1:2007, Категория 5) and EN 50288-5-1 (EN 50173-1:2007, Категория 6) удовлетворяют требованиям Класса разделения "c". Эти кабели могут обеспечить характеристики Класса разделения "d" при условии, что они соответствуют применимым к конкретному случаю требованиям для затухания канала.

^в Кабели, соответствующие EN 50288-3-1 (EN 50173-1:2007, Категория 5) and EN 50288-6-1 (EN 50173-1:2007, Категория 6) удовлетворяют требованиям Класса разделения "b". Эти кабели могут обеспечить характеристики Классов разделения "c" или "d" при условии, что они соответствуют применимым к конкретному случаю требованиям для затухания симметрии заземления (earthing symmetry attenuation).

^г Кабели, соответствующие EN 50117-4-1 (EN 50173-1:2007, Категория BCT-C), удовлетворяют требованиям Класса разделения "d".

Табл. 4 Классы разделения информационной кабельной проводки в соответствии с EN 50174-2 2009

Примечание: Параметр затухания излучения применяется как для экранированных, так и для неэкранированных системам и полностью коррелирует с характеристикой электромагнитной совместимости систем информационных кабельных систем.

Далее в соответствии со стандартом определяется минимальное разнесение кабелей (Табл.5)

Класс разделения	Разнесение без металлической перегородки	В лотке / за перегородкой находится один из кабелей: информационный или силовой		
		Металлическая Перегородка ^а	Перфорированная металлический лоток ^{б,с}	Цельный металлический лоток ^д
d (S/FTP, F/FTP Кат.7)	10 мм	8 мм	5 мм	0 мм
с (F/UTP, Кат.6 и 5E)	50 мм	38 мм	25 мм	0 мм
б (U/UTP Кат. 6 и 5E)	100 мм	75 мм	50 мм	0 мм
а Прочие типы кабелей	300 мм	225 мм	150 мм	0 мм

^а Характеристики экранирования (в диапазоне от 0 до 100 МГц) эквивалентны корзине из сварной стальной сетки с размером ячейки 50 x 100 мм (кроме лестниц). Такие экранирующие свойства достигаются также со стальным лотком (желобом без крышки) с толщиной стенки менее 1,0 мм и имеющему более 20% области с равномерно распределённой перфорацией.

^б Характеристики экранирования (в диапазоне от 0 до 100 МГц) эквивалентны стальному лотку (желобу без крышки) с толщиной стенки 1,0 мм и имеющему не более 20% области с равномерно распределённой перфорацией. Такие экранирующие свойства достигаются также с экранированными силовыми кабелями, характеристики которых не соответствуют определённым в Примечании ^а.

^с Верхняя поверхность проложенных кабелей должна находиться по крайней мере на 10 мм ниже верха барьера.

^д Характеристики экранирования (в диапазоне от 0 до 100 МГц) эквивалентны стальному кабельному каналу с толщиной стенки 1,5 мм. Указанная дистанция является добавочной к обеспечиваемой разделителем/барьером

Табл. 5 Минимальное разнесение проводки

Далее минимально-допустимое расстояние между силовой и информационной проводкой определяется путем умножения значения минимального разнесения (Табл.5) на коэффициент электрической мощности силового кабеля, Р (Табл.6).

Тип электрической сети	Количество электрических цепей	Коэффициент электрической мощности, Р
20 А 220 В однофазная	1-3	0,2
	4-6	0,4
	7-9	0,6
	10-12	0,8
	13-15	1
	16-30	2,0
	31-45	3,0
	46-60	4,0
	61-75	5,0
	>75	6,0
- трехфазный электрический кабель при расчете приравнивается к трем однофазным		
- Ток более 20А при расчете разделяется на несколько кабелей в 20А		
- Более низкое постоянное напряжение при расчете следует принимать как эквивалент приведенным в таблице (например ток 100А постоянное напряжение 50 В = 5 кабелей с током 20А (P=0,4))		

Табл.6 Определение коэффициента электрической мощности силового кабеля

Пример:

Необходимо определить минимально-допустимое расстояние при параллельной прокладке в пластиковом кабельном коробе без разделителя информационных кабелей типа S/FTP (индивидуально экранированные витые пары + общий экран) и силового кабеля, содержащего 15 однофазных силовых кабелей с напряжением 230 В.

Информационный кабель типа S/FTP соответствует Классу «d» из Таблицы 4, таким образом, минимально-допустимое расстояние составит:
10 мм (Таблица 5) x 1 (Таблица 6)=10 мм.

Если вместо кабеля типа S/FTP на объекте будет использоваться неэкранированный кабель типа U/UTP, соответствующий Классу «b», то минимально-допустимое расстояние составит: 100 мм. Для прочих кабелей типа U/UTP, соответствующих Классу «a», расстояние составит 300 мм.

Необходимо учитывать, что минимально-допустимого расстояния, определенного в соответствии со стандартом, на практике обычно бывает не достаточно. Это подтверждается результатами испытаний в тестовых лабораториях. Поэтому полученные значения в соответствии с Табл. 4,5,6 следует рассматривать как минимальное оценочное значение и разносить кабели на большие расстояния.

Независимые испытания незранированных и экранированных кабельных систем в лаборатории Delta

В 2008 году аккредитованная в соответствии с требованиями стандарта ISO/IEC 17025 датская испытательная лаборатория Delta провела цикл испытаний. Целью испытаний было определение реальных величин разнесения силовой и информационной проводки.

Для этих испытаний информационные и силовые кабели были проложены в металлические лотки. Импульсные скачки напряжения, обычно возникающие при включении и выключении силовых потребителей, создавались во время передачи гигабитных приложений по информационным кабелям. В ходе испытания проверялись скорость передачи данных и качество сигнала.

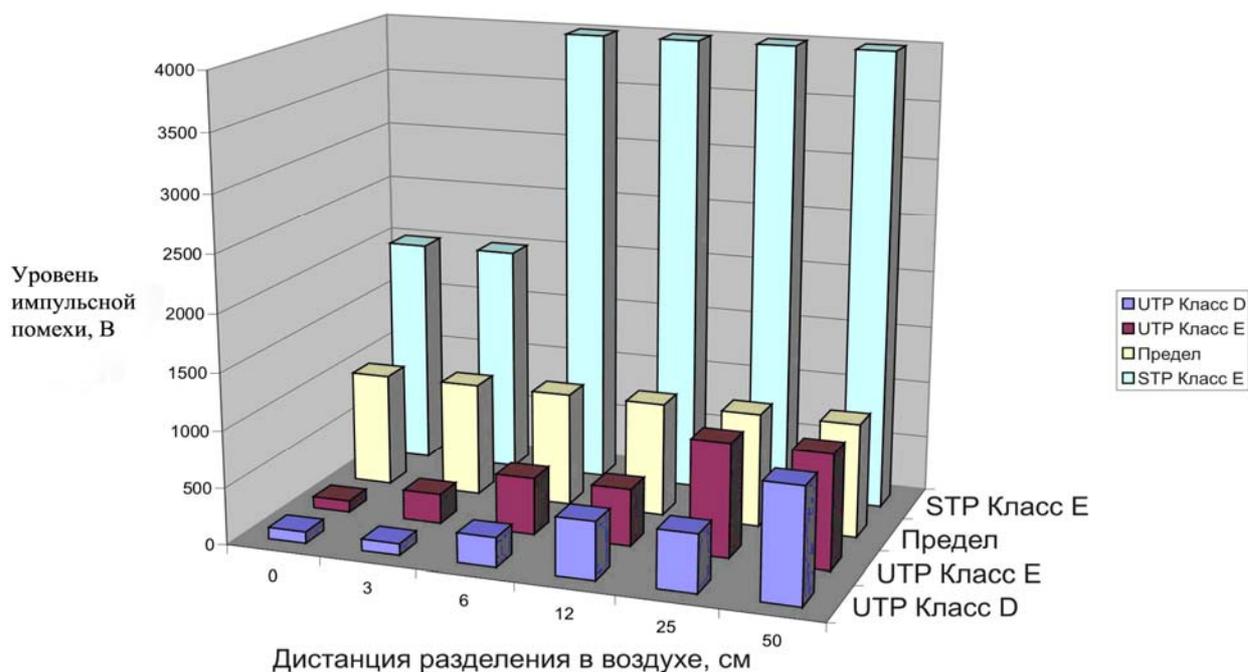


Рис.3 Результаты испытаний в лаборатории Delta по разнесению силовой и информационной проводки

В результате испытаний были получены следующие значения (Рис.3):

- При эмитации электромагнитного воздействия наносекундными импульсными помехами величиной 500 В в соответствии с уровнем E_1 (MICE), реально-необходимое разнесение U/UTP кабелей составило 12 см. При помехе величиной 1000 В разнесение возрастало до 25 см.
- При разнесении менее указанных расстояний, передача сигнала в U/UTP кабелях прекращалась полностью.
- Для экранированных информационных кабелей типа S/FTP величина разнесения с силовым кабелем составляло 0 см вплоть до импульсной помехи величиной 2000 В.

На практике, уровни импульсных помех могут достигать 2000 В. Поэтому, чтобы смимитировать наиболее реальную ситуацию, информационные кабельные линии подвергались воздействию наносекундной импульсной помехи в 1000 В:

- для U/UTP дистанция разнесения равна 25 см;
- для S/FTP дистанция разнесения равна 0 см.

Независимые испытания электромагнитной совместимости в немецкой лаборатории GHMT

Известная немецкая испытательная лаборатория GHMT провела всеобъемлющее исследование высокоскоростных информационных кабельных систем в соответствии со стандартом IEC/EN 61000-4-4. В рамках исследования также проверялись минимально-допустимые расстояния между силовыми и информационными кабелями. В серии практических испытаний проверялись 5 типов информационной проводки (2 неэкранированных и 3 экранированных).

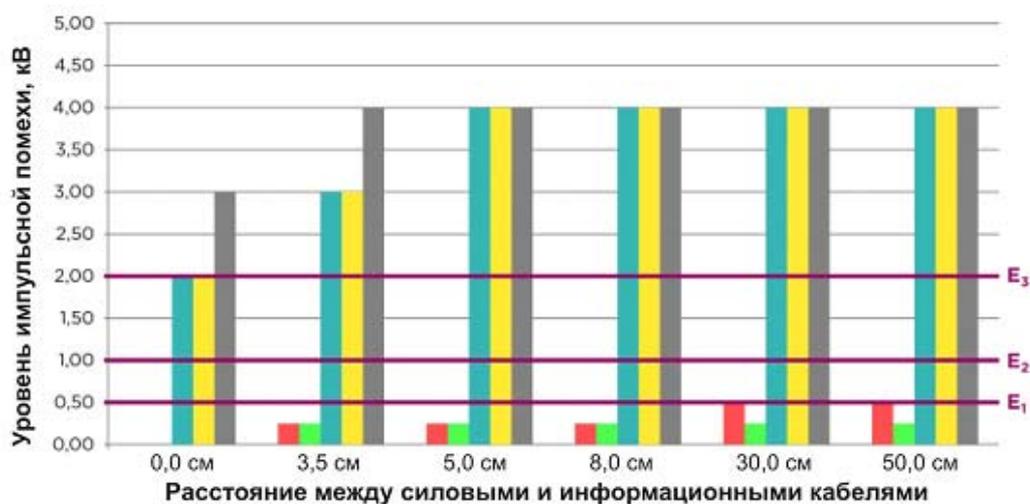


Рис.4 Испытательная схема «Проволочный лоток»

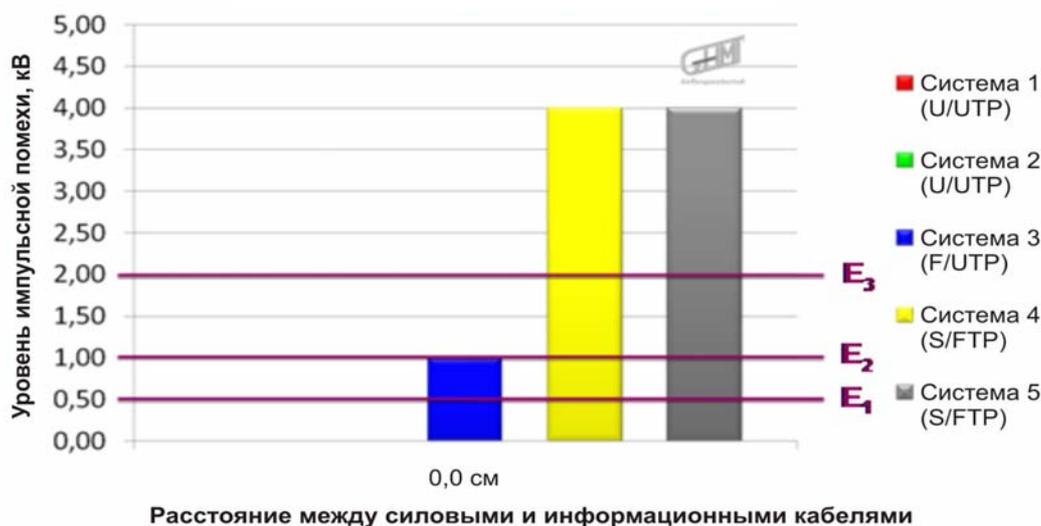


Рис.5 Испытательная схема «Заземление»

Примечание: Во время испытаний производилась передача приложений 10 Gigabit Ethernet по кабельным линиям.

В результате испытаний были сделаны следующие выводы:

- для испытательной схемы “Проволочный лоток”:

Экранированные системы F/UTP, S/FTP (03, 04 и 05 на Рис. 4) стабильно функционируют при наихудшем уровне электромагнитных воздействий в соответствии с классификацией E₃ MICE вне зависимости от разнесения с силовыми кабелями.

Неэкранированная система U/UTP (01) удовлетворяет требованиям классификации E₁ MICE при разнесение **≥ 30 см**.

- для испытательной схемы “Заземление”:

Экранированные системы S/FTP (04 и 05) сохраняют стабильную передачу данных при уровне импульсных помех E₃ в соответствии с классификацией MICE.

Экранированная система F/UTP (03) сохраняют стабильную передачу данных при уровне импульсных помех E₂ в соответствии с классификацией MICE. При таких условиях разнесения кабелей не требуется (нулевое).

Для стабильной передачи данных по неэкранированным систем U/UTP (01 и 02) необходимо разносить силовые и информационные кабели на определенную дистанцию.

Резюме

Основываясь на результатах испытаний неэкранированных кабельных систем в условиях, максимально приближенных к реальным, можно сделать вывод, что на практике дистанция разнесения таких систем с силовыми кабелями при параллельной прокладке должна быть выше значений, определенных стандартом EN 50174-2 2009.

Неэкранированную проводку типа U/UTP следует прокладывать на расстоянии не менее 30 см от силовых кабелей (для напряжения 230 В и приблизительно 15 электрических кабелей). В качестве альтернативы все U/UTP кабели должны прокладываться в закрытом металлическом коробе/лотке.

Для экранированных систем типа S/FTP разнесение может быть **0 мм**.

Испытания в лабораториях показали, что переходные процессы, возникающие при включении и выключении силовых цепей, могут нарушить передачу высокоскоростных приложений 1 и 10 Гигабит Ethernet по неэкранированным кабелям. Единственный способ избежать этого – создание экрана, экранированные кабели уже защищены от различных помех благодаря конструкции.

Минимальные расстояния от других источников помех

Помимо прочего, стандарт EN 50174-2 указывает минимально-допустимые расстояния от других источников помех (Табл.7).

Источник помех	Минимально-допустимые расстояния, в мм
Люминисцентные лампы дневного света	130 ^a
Неновые лампы	130 ^a
Лампы с парами ртути	130 ^a
Мощные газоразрядные лампы	130 ^a
Аппараты дуговой сварки	800 ^a
Частотный индукционный обогрев	1000 ^a
Больничное оборудование	b
Радиопередатчик	b
ТВ передатчик	b
Радар	b

a Минимально-допустимые расстояния могут быть меньше при условии, что применяются подходящие системы управления проводкой или поставщиком изделий предоставлены гарантии.

b Если гарантии поставщика изделий отсутствуют, следует провести анализ в отношении возможных помех, напр. определить частотный диапазон, гармоники, переходные помехи, выбросы/импульсы, передаваемую мощность, и т.д.

Табл. 7 Минимально-допустимые расстояния от информационной кабельной проводки до различных источников электромагнитного излучения

Влияние флуоресцентных ламп на информационную проводку

Испытания проводились с целью установить, оказывает ли включение флуоресцентных ламп негативное воздействие на передачу данных 10 Гигабит Ethernet, находящейся на расстоянии до 0,5 м от различных типов кабельных линий (2 неэкранированных и 3 экранированных).

	Система 01	Система 02	Система 03	Система 04	Система 05
Флуоресцентная лампа	✗	✗	✓	✓	✓
Кабель питания флуоресцентной лампы	✗	✗	✓	✓	✓

Табл. 8 Результат испытаний влияния люминисцентных ламп на информационную проводку

Примечание: Переходный процесс, возникающий при включении лампы, наводил помехи на неэкранированные кабельные системы (Система 01 и 02) на расстоянии менее 0,5 м, что вызывало ухудшение передачи данных и даже приводило к полному прерыванию передачи данных. Когда силовой кабель, питающий флуоресцентную лампу, был проложен рядом с кабелями СКС, то при каждом включении лампы происходило электромагнитное воздействие на UTP-систему, даже в том случае, когда сама лампа располагалась на расстоянии 3 м от испытываемой СКС. В экранированных системах (Системы 03, 04, 05) помех и сбоев передачи трафика не возникало.

Мобильные беспроводные устройства

В результате другого испытания оценивалось влияние на кабельную систему таких беспроводных средств связи, как мобильные телефоны и портативные рации.

Согласно методике, портативная рация располагалась на расстояниях 70 см и 2 м от кабельной системы, по которой передавался 10-гигабитный трафик. При испытании кабельные линии подвергались воздействию электромагнитного излучения путём включения рации. Аналогичные испытания проводились путём звонка с мобильного телефона или GSM-модема, расположенного на расстоянии 3 м от информационной проводки.

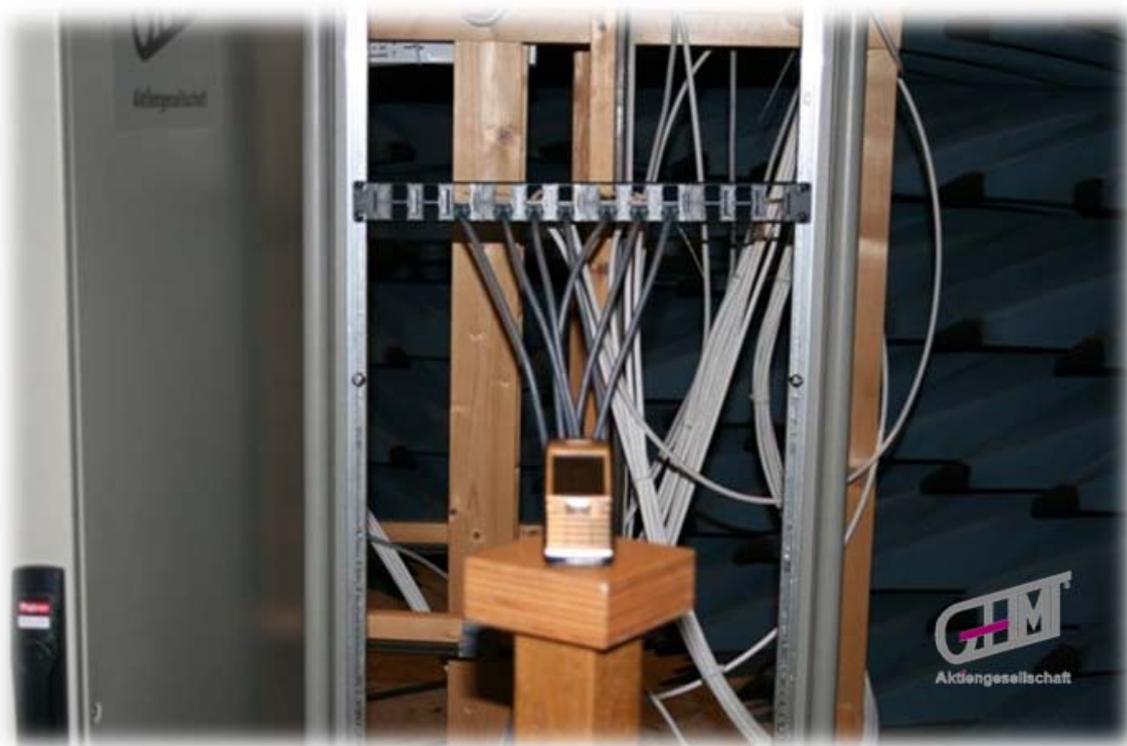


Рис.6 Испытания воздействия беспроводных устройств на кабельную проводку

	Система 01	Система 02	Система 03	Система 04	Система 05
Радиотелефоны и переносные рации	✗	✗	✓	✓	✓
Мобильные устройства связи (мобильные телефоны, GSM-модемы)	✗	✗	✓	✓	✓

Табл. 9 Результат испытаний влияния беспроводных устройств на кабельную проводку

Включение рации или звонок с мобильного телефона ухудшают передачу данных по неэкранированным кабельным линиям (Система 01 и 02) и даже приводят к полной потере сигнала (прерывается трафик передачи данных). На передачу данных по экранированным кабельным системам (Система 03, 04, 05) это не оказало никакого влияния даже тогда, когда мобильный телефон был расположен вплотную к кабелям.

Выводы

Затухание излучения	MICE Класс E ₁	MICE Класс E ₂ и E ₃	Разнесение силовых и информационных кабелей	Тестирование ANEXT	Расстояние от флуоресцентных ламп дневного света
Система U/UTP 40 дБ	Нет ¹	Нет ²	До 25 см	Обязательно	Мин. 3 м ³
Система F/UTP 60 дБ	Да	Да	0 - 1 см	Не требуется в силу конструкции	0 мм
Система S/FTP 80 дБ	Да	Да	0 см	Не требуется в силу конструкции	0 мм

Табл. 10 Сравнение уровня ЭМС различных типов информационных кабельных систем

Для проектировщика и конечного заказчика параметр электромагнитной совместимости является оценкой помехозащищенности кабельной системы.

Испытания показали, что высокое значение коэффициента ЭМС⁴ кабельной системы гарантирует надёжность работы сети и снижение суммарных затрат на кабельную систему. Поскольку упрощение прокладки и снижение эксплуатационных расходов существенно уменьшает суммарные затраты, Заказчик получает более помехозащищенную кабельную систему за те же или меньшие деньги.

Вторым важным критерием оценки кабельной системы – является качество передачи. Хорошие значения параметра NEXT или возвратных потерь неэкранированных кабелей оказываются бесполезны, если достаточно минимальной помехи, чтобы нарушить передачу данных.

Принимая во внимание все аспекты, можно сделать вывод, что разумной альтернативы экранированному решению при передаче высокоскоростных приложений не существует.

Приведенная ниже формула отражает факторы, необходимые для полного соответствия структурированной кабельной системы требованиям стандартов:

$$\text{СКС} = \text{Характеристики передачи} + \text{Характеристики ЭМС}$$

Современные кабельные системы помимо соответствия уровню NEXT и возвратных потерь должны обладать следующими ключевыми свойствами:

- Соответствует как минимум уровню E₁ классификации MICE.
- Параметр затуханием излучения должен быть не менее 70 дБ.

¹ Соответствие классу E₁ возможно, если все кабели проложены в металлическом коробе

² Соответствие классу E₂ и E₃ возможно, если все кабели проложены в металлическом коробе

³ 50 см, если силовой кабель отделён

⁴ Коэффициент ЭМС = затухание излучения

Области применения информационной проводки

Согласно результатам исследований и требованиям стандартов, неэкранированные системы не могут быть проинсталлированы в любой области, если не принимаются дополнительные меры по электромагнитной защите неэкранированной проводки. В ряде случаев применение неэкранированной проводки не рекомендуется, так как невозможно гарантировать бесперебойность передачи информации (Табл. 11).

Окружающие условия	Неэкранированная система	Экранированная система
Офис	✓/-	✓
Промышленный объект	-	✓
Домашняя проводка	✓/-	✓
Центр хранения и обработки данных	-	✓
Больница	✓/-	✓
Аэропорт	-	✓
Гостиницы	✓/-	✓
Станции	-	✓
Военные объекты	-	✓

Табл.11 Область применения экранированных и неэкранированных систем для различных групп потребителей.

Дополнительную информацию о сравнительных испытаниях Вы сможете найти на нашем сайте:

<http://www.ampnetconnect.eu/web/Microsites/utp-vs-stp-RU/>

Центральные офисы AMP NETCONNECT:

North America
Greensboro, NC, USA
Ph: +1 800 553 0938
Fx: +1 717 986 7406

Latin America
Buenos Aires, Argentina
Ph: +54 11 4733 2200
Fx: +54 11 4733 2282

Europe
Kessel Lo, Belgium
Ph: +32 16 35 2190
Fx: +32 16 35 2188

Middle East & Africa
Cergy Pontoise, France
Ph: +33 1 3420 2122
Fx: +33 1 3420 2268

Asia
Hong Kong, China
Ph: +852 2735 1628
Fx: +852 2735 1625

Pacific
Sydney, Australia
Ph: +61 2 9554 2600
Fx: +61 2 9554 2519

AMP NETCONNECT в Европе, Африке, Индии и на Ближнем Востоке:

Austria – Vienna
Ph: +43 1 90560 1204
Fx: +43 1 90560 1270
Belgium – Kessel Lo
Ph: +32 16 35 2190
Fx: +32 16 35 2188
Bulgaria – Sofia
Ph: +359 2 971 2152
Fx: +359 2 971 2153
Czech&Slovak Rep. – Kurim
Ph: +420 541 162 112
Fx: +420 541 162 223
Denmark – Glostrup
Ph: +45 70 15 52 00
Fx: +45 43 44 14 14

Egypt – Cairo
Ph: +20 2 2419 2334
Fx: +20 2 2417 7647
Finland – Helsinki
Ph: +358 95 12 34 20
Fx: +358 95 12 34 250
France – Cergy Pontoise
Ph: +33 1 3420 2122
Fx: +33 1 3420 2268
Germany – Langen
Ph: +49 6103 709 1547
Fx: +49 6103 709 1219
Greece/Cyprus – Athens
Ph: +30 210 9370 396
Fx: +30 210 9370 655

Hungary – Budapest
Ph: +36 1 289 1007
Fx: +36 1 289 1010
India – Bangalore
Ph: +91 80 4011 5000
Fx: +91 80 4011 5030
Italy – Collegno (Torino)
Ph: +39 011 4012 111
Fx: +39 011 4012 268
Kazakhstan – Almaty
Ph: +7 327 244 5875
Fx: +7 327 244 5877
Lithuania – Vilnius
Ph: +370 5 213 1402
Fx: +370 5 213 1403

Netherlands – Den Bosch
Ph: +31 73 6246 246
Fx: +31 73 6246 958
Norway – Nesbru
Ph: +47 66 77 88 99
Fx: +47 66 77 88 55
Poland – Warsaw
Ph: +48 22 4576 700
Fx: +48 22 4576 720
Portugal – Evora
Ph: +351 961 377 331
Fx: +351 211 454 506
Romania – Bucharest
Ph: +40 21 311 3479
Fx: +40 21 312 0574

UK – Stanmore, Middx
Ph: +44 208 420 8140
Fx: +44 208 954 7467
Spain – Barcelona
Ph: +34 93 291 0330
Fx: +34 93 291 0608
Sweden – Upplands Väsby
Ph: +46-8-5072-5000
Fx: +46-8-5072-5001
Switzerland – Steinach
Ph: +41 71 447 0 447
Fx: +41 71 447 0 423
Turkey – Istanbul
Ph: +90 212 281 8181
Fx: +90 212 281 8184

Ukraine – Kiev
Ph: +380 44 206 2265
Fx: +380 44 206 2264
Беларусь – Минск
Тел.: +375 17 237 4794
Факс: +375 17 237 4794
Россия – Москва
Тел.: +7 (495) 790 7902
Факс: +7 (495) 721 1892
Россия – Екатеринбург
Тел.: +7 (343) 253 1153
Факс: +7 (343) 253 1152
Россия – Новосибирск
Тел.: +7 (383) 230 4099
Факс: +7 (383) 230 5099