Технические средства контроля электромагнитной совместимости оборудования транспортных средств согласно международным и национальным стандартам

Смирнов Андрей Павлович,
Руководитель направления ЭМС и радиоизмерений НПФ Диполь, д.т.н.

диполь

Электромагнитная совместимость

способность любых электрических и электронных средств функционировать в заданной естественной и/или искусственной электромагнитной обстановке (устойчивость/восприимчивость)

и

и не создавать радиопомех выше заданного уровня (эмиссия)

Производители продукции (инструментальное обеспечение) для испытаний ЭМС

ДИПОЛЬ

TESEQ

AMETEK COMPLIANCE TEST SOLUTIONS

Генераторы помех, усилители мощности, зонды, клещи, эквиваленты сети, пробники, антенны, GTEM и реверберационные камеры, программируемые источники питания

MILMEGA RF/Microwave Amplifiers

Усилители мощности до 6 ГГц

Усилители мощности до 40 ГГц

OPHIR EMC

Усилители мощности до 18 ГГц, пробники и зонды, эквивалент сети (гражданская, оборонная, авиационная отрасль

SOLAR

Генераторы помех, пробники и зонды, эквиваленты сети (оборонная и авиационная отрасль)

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Измерительные приемники, анализаторы сигналов (оконечное устройство для всех отраслей)

ГОСТ 33436.3-1-2015 Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 3-1. Железнодорожный подвижной состав. Требования и методы испытаний	Настоящий стандарт является третьей частью серии стандартов, устанавливающих требования в области электромагнитной совместимости на железнодорожном транспорте.	Стандарт устанавливает нормы электромагнитных помех от железнодорожного подвижного состава: локомотивов, вагонов (пассажирских и грузовых), моторвагонного подвижного состава и специального подвижного состава, а также правила и методы испытаний.
ГОСТ 33436.3-2-2015 Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 3-2. Железнодорожный подвижной состав. Аппаратура и оборудование. Требования и методы испытаний	Настоящий стандарт является частью серии стандартов, устанавливающих требования в области электромагнитной совместимости на железнодорожном транспорте.	Настоящий стандарт устанавливает требования к допустимому уровню электромагнитных помех и к помехоустойчивости аппаратуры и оборудования, предназначенных для использования на железнодорожном подвижном составе, а также определяет правила и методы испытаний

ДИПОЛЬ

ЭМИССИЯ В ЦЕЛОМ

ГОСТ 33436.3-1-2015
Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 3-1. Железнодорожный подвижной состав. Требования и методы испытаний

Стандарт устанавливает нормы электромагнитных помех от железнодорожного подвижного состава:

локомотивов,
вагонов (пассажирских и грузовых),
моторвагонного подвижного состава
специального подвижного состава,

а также правила и методы испытаний.

ДИПОЛЬ

ИЗЛУЧАЕМЫЕ ПОМЕХИ - НАПРЯЖЕННОСТЬ

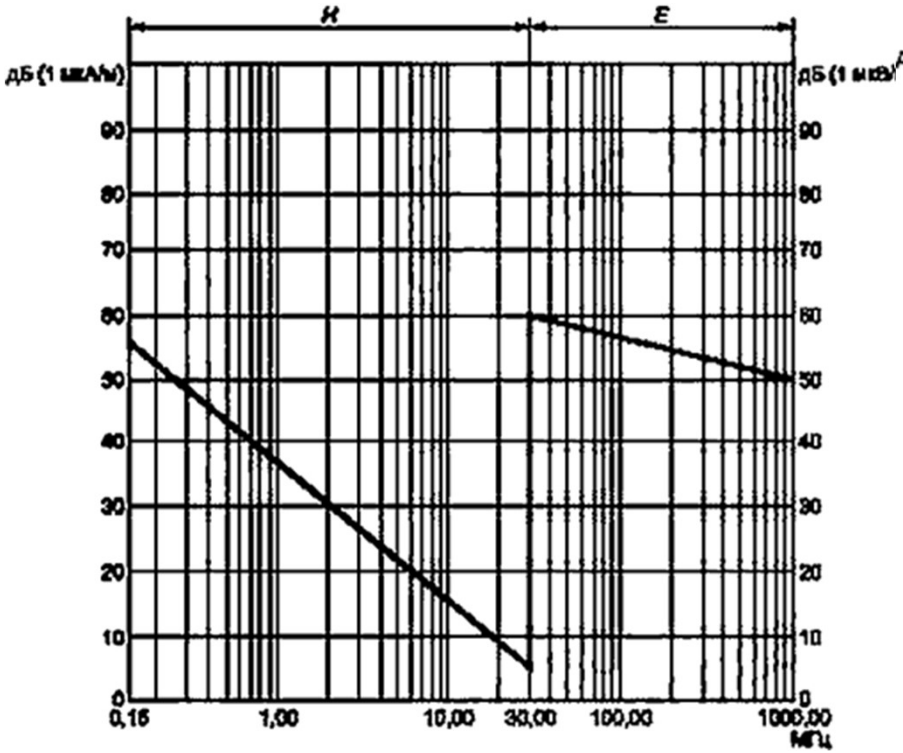


Рисунок 1 — Нормы напряженное™ поля электромагнитных помех (квазипиковые значения), создаваемых подвижным составом на стоянке

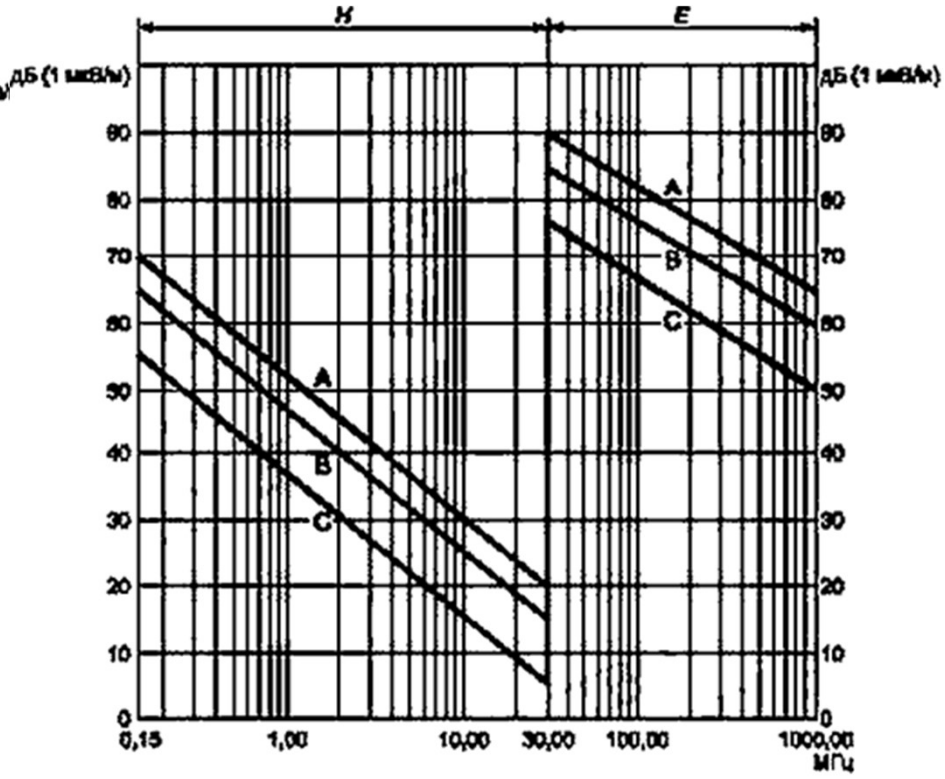


Рисунок 2 — Нормы напряженности поля электромагнитных помех (пиковые знамения), создаваемых подвижным составом в режиме движения

ДИПОЛЬ

КОНДУКТИВНЫЕ ПОМЕХИ - НАПРЯЖЕНИЕ

В полосах частот, используемых для железнодорожной радиосвязи, устанавливают нормы напряжения электромагнитных помех, создаваемых подвижным составом в каналах железнодорожной радиосвязи. Допустимые значения напряжения электромагнитных помех в каналах гектометрового радиочастотного диапазона (на частоте 2.13 МГц) и метрового радиочастотного диапазона (на частоте 153,0 МГц) представлены е таблице

Нормы напряжения электромагнитных помех, создаваемых железнодорожным подвижным составом в каналах железнодорожной радиосвязи

Таблица 1 — Допустимые значения напряжения электромагнитных помех

Вид подвижного объекта	Напряжение электромагнитных помех. дБ {1 мкв)			
	2.13 МГц	153.0 МГц	2.13 МГц	153.0 МГц
	не стоянке		в движении	
Локомотивы, моторвагонный и специальный подвижной состав постоянного тока	45*	18	58*	30
Локомотивы, моторвагонный и специальный подвижной состав переменного тока	46*	26	60*	46

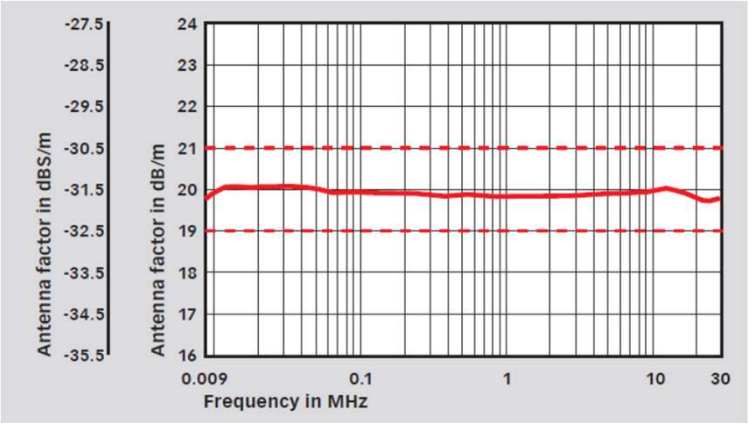
ДИПОЛЬ

Измерения НАПРЯЖЕННОСТИ проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 30805.16.2.3 (пункт 7.2.7 — для испытательных площадок на открытом воздухе), ГОСТ 33436.2 и настоящим стандартом

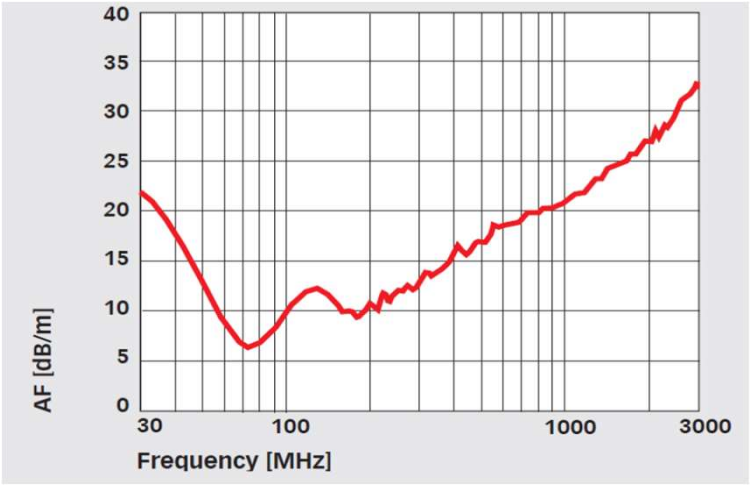
При измерениях могут быть использованы следующие типы антенн:
-от 150 кГц до 30 МГц. измерение магнитного поля Н, дБ (1 мкА/м) — **рамочная антенна** по ГОСТ 33436.2 (рисунок 3):
от 30 МГц до 300 МГц, измерение электрического поля Е. дБ (1 мкВ/м) — **биконическая антенна** по ГОСТ 33436.2 (рисунок 4);
от 300 МГц до 1.0 ГГц. измерение электрического поля Е. дБ (1 мкВ/м) — **логопериодическая антенна** по ГОСТ 33436.2

диполь

HLA 6121



CBL 6143



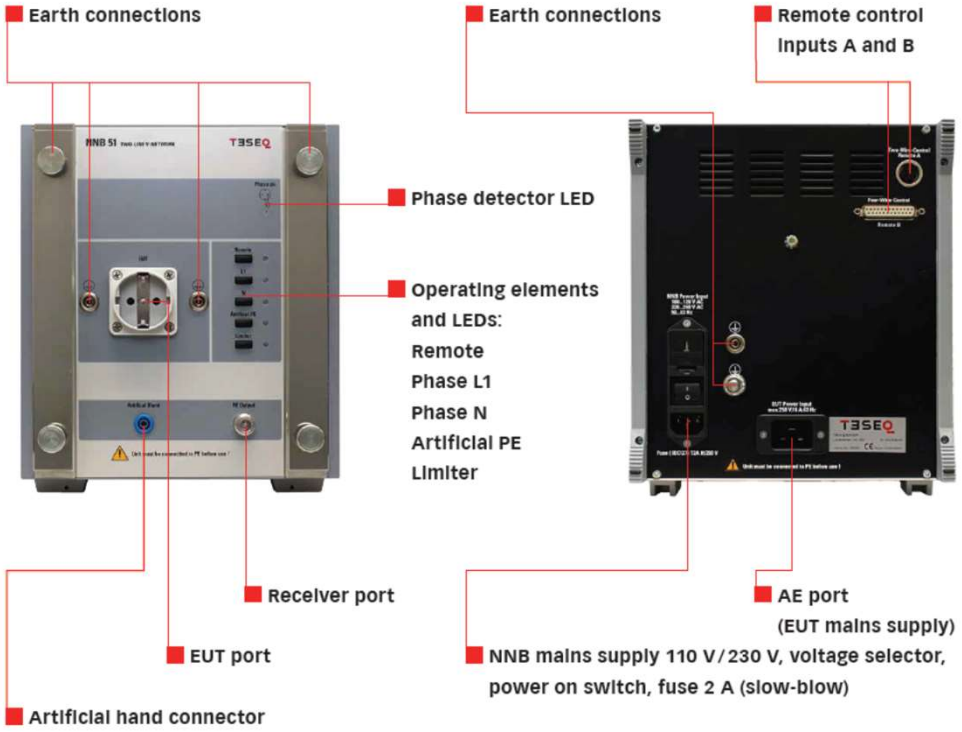
диполь

Измерение НАПРЯЖЕНИЯ электромагнитных помех, создаваемых подвижным составом в каналах железнодорожной радиосвязи, проводят на выходе антенных кабелей радиостанции железнодорожной радиосвязи. Испытания проводят в соответствии с ГОСТ 30805.16.1.2 и настоящим стандартом.

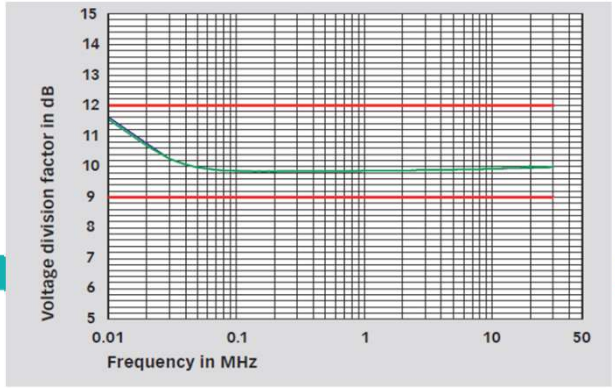
- **Эквиваленты сети питания**
- **Пробник напряжения с высоким полным сопротивлением**
- **Емкостной пробник напряжения**

ЭКВИВАЛЕНТ СЕТИ ПИТАНИЯ

NNB 51

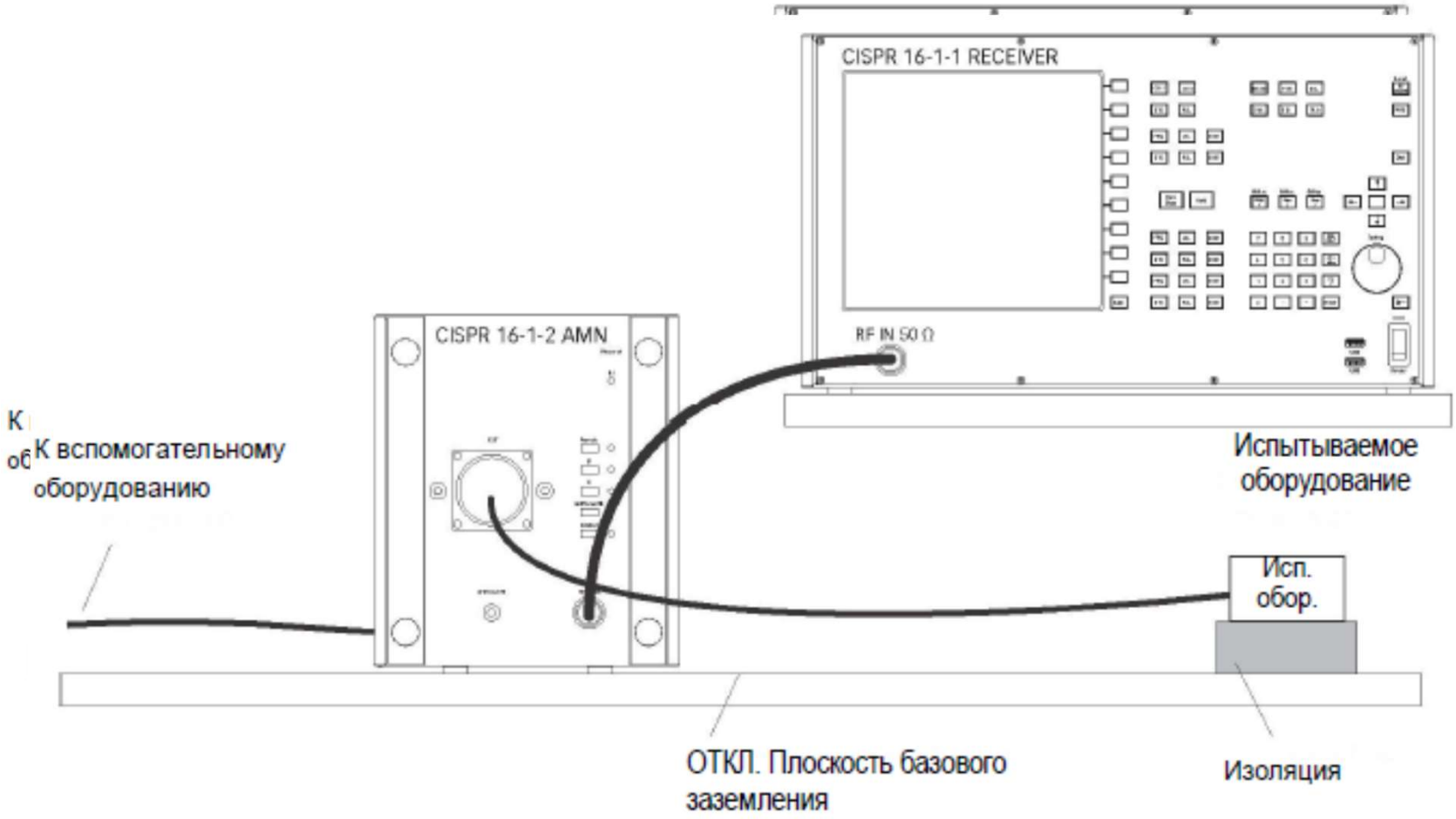


CISPR 16-1-2, MIL-STD-461, FCC Part 15,
ANSI C63.4
Frequency range: 9 kHz to 30 MHz
Attenuator (build-in): 10 dB
NNB operating voltage: 100 to 120 V/220 to 240 V, 50 to 63 Hz
EUT operating voltage: max. 250 V
EUT frequency: DC to 63 Hz
EUT phase detection function (LED): >48 V
EUT operating current: max. 16 A
Line impedance: 50 Ω || (50 µH + 5 Ω)
Nominal output impedance: 50 Ω
RF connector type: N female
Artificial hand/connector type: 510 Ω + 220 pF/4 mm banana
Limiter: approx. 136 dBµV typ., switchable
Artificial PE: switchable



диполь

Подключение эквивалента сети



ЭКВИВАЛЕНТ СЕТИ ПИТАНИЯ (2)

ДИПОЛЬ

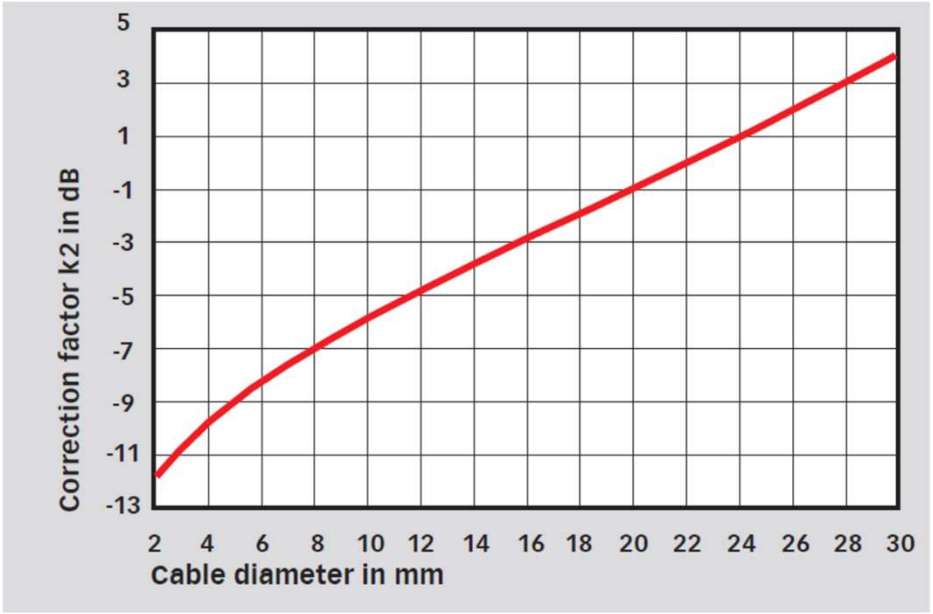
HV-AN 150

Standard:	CISPR 12, CISPR 25, ISO 11452-4	CISPR 12 HV, CISPR 25 HV, ISO 7637-4	ISO 7637-2	CISPR 16-1-2 *1	MIL-STD-461F and G	RTCA/DO-160G
Frequency range:	100 kHz to 100 MHz (max. 200 MHz)	100 kHz to 100 MHz (max. 200 MHz)	100 kHz to 100 MHz	150 kHz to 108 MHz (max. 200 MHz)	150 kHz to 30 MHz (max. 200 MHz)	10 kHz to 400 MHz
Power ratings (EUT/AE) AC max. voltage: DC max. voltage: Current max.: Test voltage:	 350 V 700 V 150 A, 60 min 1500 VDC, 2 s	 500 V 1000 V 150 A, 60 min 1500 VDC, 2 s	 500 V 1000 V 150 A, 60 min 1500 VDC, 2 s	 350 V 700 V 150 A, 60 min 1500 VDC, 2 s	 350 V 700 V 150 A, 60 min 1500 VDC, 2 s	 500 V *2 1000 V *2 150 A, 60 min 1500 VDC, 2 s
Simulated impedance (EUT): Max. Limits:	5 µH || 47.6 Ω ± 20% (magnitude)	5 µH || 47.6 Ω ± 20% (magnitude)	5 µH || 49.5 Ω ± 10% (magnitude)	5 µH + 1 Ω || 47.6 Ω ± 20% (magnitude) ± 11.5 deg (phase)	5 µH || 49.5 Ω ± 20% (magnitude)	5 µH || 49.5 Ω ± 20% (magnitude) 100 kHz to 150 MHz, special limits above and below

Выбор режимов (под разные стандарты):
-перемычки
-поворотный переключатель

ПРОБНИК НАПРЯЖЕНИЯ ЕМКОСТНОЙ

CVP 2200A



ДИПОЛЬ

Оконечное устройство – средство измерений характеристик помех

Измерительный приемник для оценки эмиссии радиопомех, полное соответствие требованиям CISPR 16-1-1 2010

ДИПОЛЬ

Характеристики измерительного приемника (технические характеристики)

- Частотный диапазон от 3 Гц до 44 ГГц; Имеются опции до 3/8/26/44 ГГц
- Фильтры преселекции (НЧ, ВЧ, полосовой).
- Возможные режимы работы: приемник, анализатор спектра, анализатор сигналов.
- Два входа: до 1 ГГц и выше 1 ГГц для одновременной оценки кондуктивных и излучаемых помех;
- Полосы пропускания по СИСПР (0.2/9/120/1000 кГц) и MIL STD (0.01/0.1/1/10/100/1000 кГц) -6 дБ, 1 Гц-8 МГц по -3 дБ.
- Время последовательного анализа: полоса B (P/QP, 9 кГц): 11.9/163.3 с; полосы C/D (P/QP, 120 кГц): 11.5/382.8 с.
- Погрешность измерений уровня (преселектор вкл./выкл.) - 0.5/0.7 дБ;
- Наблюдаемый шум до -163 дБм.
- Детекторы: СКЗ, пиковый, импульсов, отрицательный пик, логарифмический средней мощности, СКЗ среднего, среднего напряжения; а также СИСПР детекторы (квазипиковый, ЭМИ-среднего, СКЗ-среднего).

диполь

Характеристики измерительного приемника (функциональные характеристики)

- До трёх одновременно работающих детекторов в реальном времени для непрерывного мониторинга сигнала;
- Список сигналов для выделения, удаления и повторного измерения излучения;
- Встроенные ограничительные линии;
- Корректирующие коэффициенты для облегчения редактирования;
- Регистрирующая ленточная диаграмма с длительностью записи до 20 минут;
- Возможность запуска других прикладных измерительных программ.
- БПФ сканирования во временной области с выборкой до 6000 с.

Детектирование сигналов

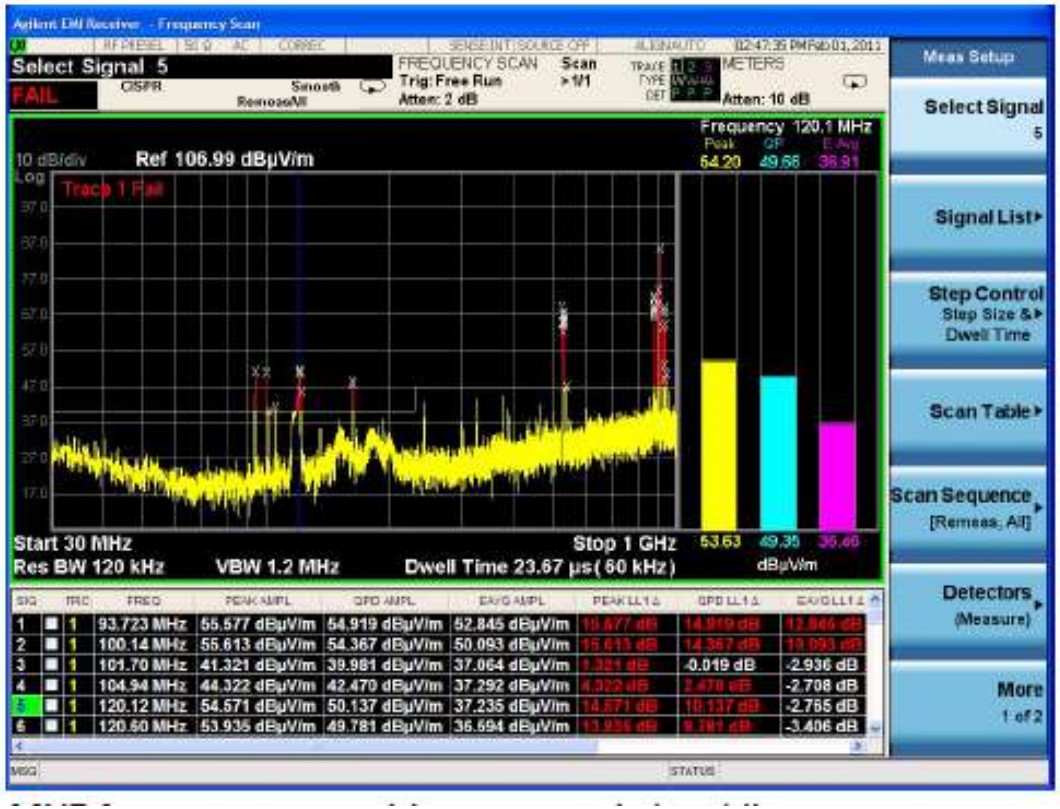
- Возможность одновременного до 3 типов детектирования
- Мониторинг временных изменений помех
- Возможность учета редких и случайных помех

Обработка и анализ результатов

Учет коэффициентов калибровки первичных преобразователей

Учет корректирующих коэффициентов для уменьшения неопределенности

Анализ и мониторинг соответствия различным стандартам



Рациональный подход к испытаниям

Квалификационные испытания:

- **Полное соответствие всех средств измерений стандартам;**
- **Проведение в аккредитованной лаборатории;**
- **Большие финансовые затраты;**
- **Риск потерь в случае непрохождения тестов;**

Предквалификационные испытания:

- **Проводятся на базе производителя;**
- **Возможно дешево на ранних стадиях обнаружить проблемы;**
- **Существенное снижение рисков;**
- **Можно обойтись более дешевыми средствами измерений, например, анализаторами сигналов**

диполь

Альтернатива для предквалификационных испытаний

Анализаторы сигналов серии N90X0A с опцией ЭМС (CXA, MXA, PXA)

Опция ЭМС предполагает:

- Наличие специальных детекторов;
- Наличие специальных фильтров;
- Возможность установки приложения W6141
- Повышение чувствительности за счет малошумящих усилителей

ДИПОЛЬ

ЭМИССИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ

ГОСТ 33436.3-2-2015
Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 3-1. Железнодорожный подвижной состав. Аппаратура и оборудование

Настоящий стандарт устанавливает требования к допустимому уровню электромагнитных помех и к помехоустойчивости аппаратуры и оборудования, предназначенных для использования на железно-дорожном подвижном составе: а также определяет правила и методы испытаний.

ДИПОЛЬ

ТЕСТИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ

ГОСТ 30604.4.2—2013 (IEC 61000-4-2:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.4.3—2013 (IEC 61000-4-3:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.4.4—2013 (IEC 61000-4-4:2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундкым импульсным помехам. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.4.5—2002 (IEC 61000-4-5:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекукндным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.4.6—2002 ((EC 61000-4-6:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кокдуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний

ДИПОЛЬ

ТРЕБОВАНИЯ ПО ЭМИССИИ –РАССМОТРЕНЫ РАНЕЕ

ГОСТ 30805.11—2002 (CISPR 11:2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Промышленные, научные, медицинские и бытовые (ПНМБ) высокочастотные устройства. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений

ГОСТ 30805.22—2013 (CISPR 22:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений

ЕДИНСТВЕННОЕ ДОПОЛНЕНИЕ – ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА ПОМЕХ, РЕАЛИЗУЕМОЕ ТОКОСЪЕМНИКОМ

ДИПОЛЬ

Токосъемники

CSP 9160A

- 10 кГц-100 (200) МГц
- Вносимое сопротивление 1 Ом
- Макс. ток в линии 150 А
- Макс. ВЧ ток 1 А
- Внутренний диаметр 25 мм

MD 4070

- 10 кГц- 400 (600) МГц
- Вносимое сопротивление 4 Ом
- Максимальный сигнальный ток 1 А
- Активный/пассивный режим
- Соответствие стандартам МЭК 61000-4-6
- Наличие устройства калибровки
- Активный и пассивный режим

Общая характеристика тестов на устойчивость

Помеха	Характер	Кондуктивные (через линии питания и связи)	Излучаемые (проникновение через корпус)
Импульсные	Широко-полосные	Переходные процессы	ЭМИ ЯВ
	Большой энергии	Молниевые наводки	Попадание молнии
	Колебательные затухающие	Наличие резонансов по цепям	Наличие резонансов по корпусам
Узкополосные (квазинепрерывные)	НЧ (< сотен кГц)	Близость энергетических установок	Чувствительность к магнитному полю, наведенные полем
	ВЧ (> сотен кГц)	Близость РЭС	Наведенные полем
	ВЧ (> десятков МГц)	Близость РЭС	Прямое воздействие радиоустройств
Электростатический разряд		Условно контактный разряд	Условно воздушный разряд
Искажения сети питания	Любые изменения характеристик сети питания		

диполь

Каналы проникновения помех

- Через корпус : электростатический разряд и излучаемые помехи
- Через линии : импульсные и наведенные помехи

ДИПОЛЬ

Генераторы электростатических разрядов.

NSG 435

До 16 кВ,
автономное питание

NSG 437

До 30 кВ,
сетевое питание

NSG 438

До 30 кВ,
автономное питание

NSG 439

До 30 кВ,
роботизированные системы

РЕКОМЕДУЕТСЯ

Устойчивость к широкополосным импульсным помехам

диполь

NSG 3040 Многофункциональный, модульный, до 4 кВ, модуль НИП FTM 3425-40

Встроенное УСР

NSG 3060 Многофункциональный, модульный, до 6 кВ, модуль НИП 3425-60

Устройства для высоковольтных и трехфазных ЛП

CDN 3043

CDN 3063

CDN 3061

диполь

Устройства для ввода широкополосных импульсных помех в линии связи

Для наносекундных ИП

Для микросекундных ИП

ДИПОЛЬ

Комплексная система тестирования помехам. Основа

NSG 3040 Многофункциональный генератор импульсов – основа рабочего места

- **Модульная , наращиваемая структура**
- **Модуль МИП с импульсами до 4.4 кВ**
- **Модуль НИП до 4.8 кВ @ 1 МГц;**
- **Модуль имитации искажений сети до 16 А/260 В (АС и DC)**
- **Комфортный 7“ цветной сенсорный дисплей;**
- **Встроенная подсказка и библиотека тестов;**
- **Быстрое изменение параметров роликовым манипулятором;**
- **Широкий диапазон принадлежностей;**
- **Встроенное устройство связи/развязки**
- **Синхронная и асинхронная подача помех (0 до 359º с шагом 1º)**

Модуль МИП

Параметр	Значение
Импульс напряжения	0.2-4.4 кВ (шаг 1 В)
Импульс тока	0.1-2.2 кА
Импеданс	2/12 Ом
Период	10 – 600 с (шаг 1 с)
полярность	любая

Модуль НИП

Параметр	Значение
Импульс напряжения	0.2-4.8 кВ (1 В) –ХХ 0.1-2.4 кВ на 50 Ом
Частота	100 Гц -1 МГц
Период пачки	1 мс – 1999 с
Длительность пачки	10 – 600 с (шаг 1 с)
полярность	любая

Модуль искажений сети

Параметр	Значение
Провалы фиксиров Непрерывно	0,40,70,80 %
Быстродействие	Менее 5 мкс
Длительность	20 мкс – 1999 с
Период	40 мкс- 35 мин
Пиковый ток	500 А

ДИПОЛЬ

Комплексная система тестирования помехам. Для трехфазных устройств.

Генератор NSG 3040 с внешним устройством связи/развязки CDN 3043 – для подачи сигналов НИП и МИП в трехфазные линии питания

CDN 3043

- **Полное соответствие МЭК 61000-4-4 и -4-5**
- **Универсальные разъемы – не нужны адаптеры**
- **Защитные высоковольтные разъемы**
- **Программируемое выключение питания объекта**
- **Допустимость кратковременной перегрузки**
- **Детектор смены фаз**
- **Защита от перегрузок**
- **Низкий шум с регулируемым охлаждением**

Параметр	Значение
Напряжение L-L	480 В (AC)
Напряжение L-N	280 В (AC)
Напряжение DC	225 В
Ток DC	32 А (до 125 В), 7 А (до 225 В)
Ток AC	32 А (непр.), 45 А (30 мин.)
НИП амплитуда	До 4800 В
МИП амплитуда	До 4400 В

Комплексная система тестирования помехам. Ввод наносекундных помех в линии связи.

Генератор NSG 3040 с внешним устройством связи/развязки CDN 3425 –
для подачи сигналов НИП в информационные линии и линии питания (при необходимости)

- **Новая конструкция**
- **Соответствует МЭК 61000-4-4, ред. 2.0, 2004**
- **Соответствует МЭК 61000—4-4, ред.3.0, 2012**
- **Защитный кожух с блокировкой**
- **Калибровочный комплект согласно 61000-4-4, Ред. 3.0, 2012**

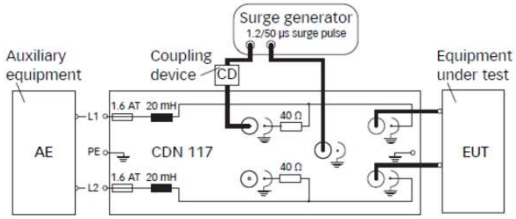
ДИПОЛЬ

Комплексная система тестирования помехам. Микросекундные помехи в линии связи

Генератор NSG 3040 с внешними устройствами связи/развязки и модулем – для подачи МИП (и ТЕЛЕКОМ) в информационные линии (низкоскоростные и высокоскоростные)

УСР типа CDN 117-M

Схема



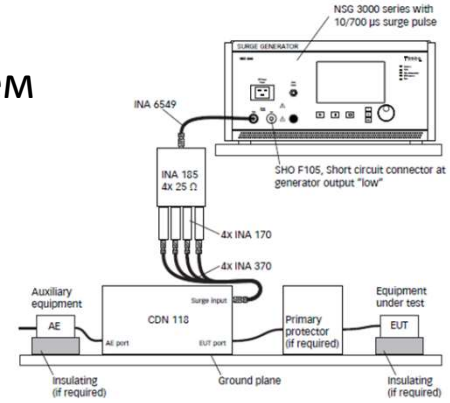
Характеристики

- Data line surge testing
- Easy to use bench top housing
- Conforms to IEC / EN 61000-4-5
- Complete set includes all accessories

NSG 3060 (10/700 мкс)

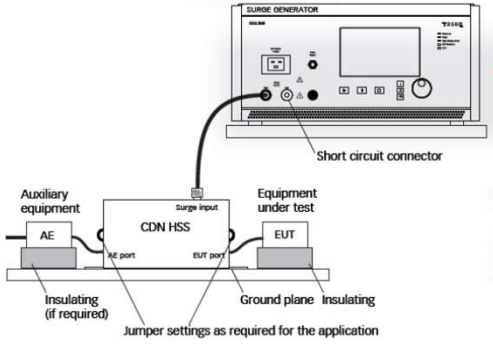
- Compliant with IEC 61000-4-5
- Compliant with ITU-T.K series
- Compliant with ANSI TIA 968 B
- Compatible with NSG 3040 and NSG 3060

CDN 118-M с расширением



- Surge testing of unshielded symmetrical telecom lines
- Complies with IEC 61000-4-5 edition 3
- Complete set includes all accessories
- Easy to use bench top housing

CDN HSS-2



- CDN for 1.2 / 50 µs pulse as per IEC 61000-4-5 Edition 3
- CDN for up to 8 wire unshielded twisted pair (UTP)
- Coupling to 1, 2 or 4 pairs
- ISDN, 10 / 100BaseT, 1000BaseT
- PoE applicable

диполь

Комплексная система тестирования помехам. Общий вид. Рабочее место № 11.

ДИПОЛЬ

Предложения Teseq для тестирования устойчивости к низкочастотным наведенным помехам (до 230 МГц)

Основной стандарт: ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)

- Испытания: устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями
- Частотный диапазон: 150 кГц … 80 (230) МГц
- Жесткость испытаний:1, 3 или 10 В для 150 Омных систем, X- категория
- Помещение: экранированное помещение
- Оборудование: генератор, усилитель мощности, измеритель мощности, направленный ответвитель, 6 dB -аттенюатор, ПО
- Устройства связи: УСР (типы M, AF, T, S), ЭМ-клещи, токовый зонд
- Дополнительно: Средства калибровки уровня воздействий

диполь

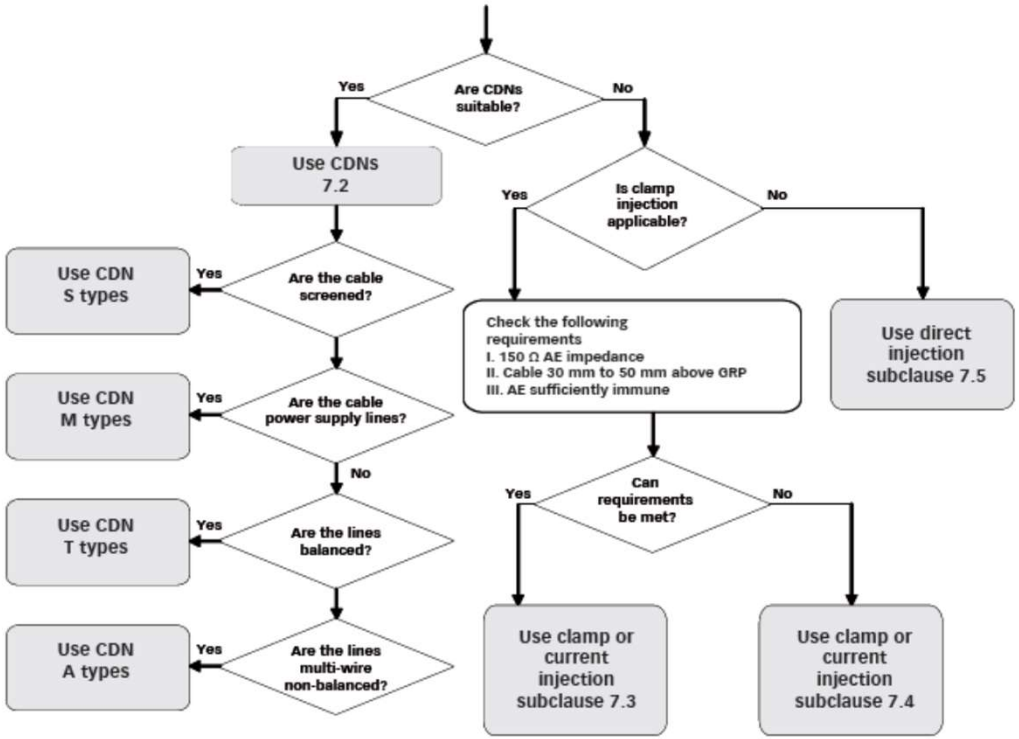
Генератор NSG 4070 – основа системы

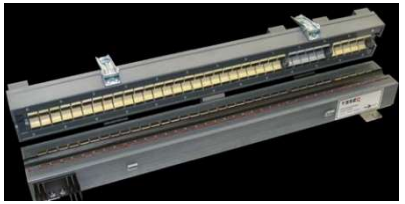
- **Интегрированный генератор 9 кГц – 1 ГГц**
- **Измеритель мощности (внутренний с 3-х канальным доступом) 9 кГц – 1 ГГц**
- **Встроенный усилитель мощности для различных уровней мощности 30-80 Вт**
- **Вход для блока мониторинга объекта**

<u>Варианты для проверки устойчивости к кондуктивным помехам:</u>

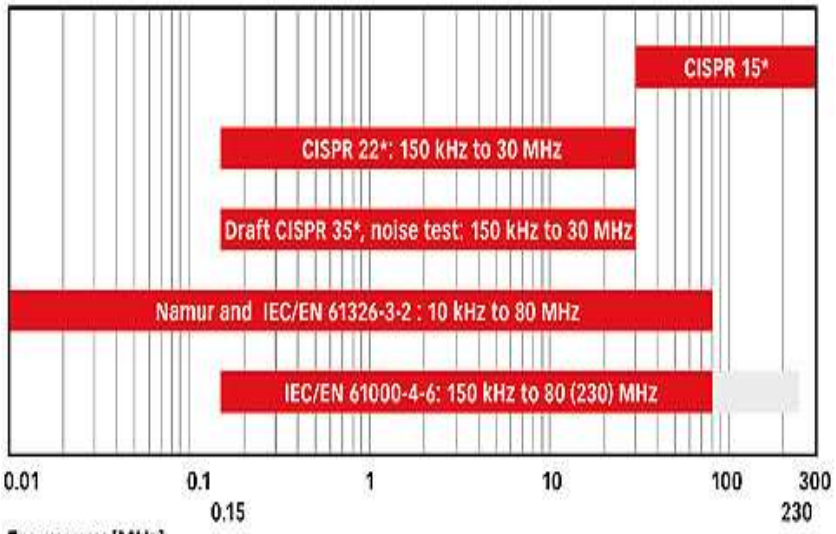
- **Опция NSG 4070B – 0, без встроенного усилителя мощности**
- **Опция NSG 4070B – 35, 35 Вт в диапазоне 150 кГц – 230 МГц**
- **Опция NSG 4070B – 40, 40 Вт в диапазоне 10 кГц – 400 МГц**
- **Опция NSG 4070B – 45, 45 Вт в диапазоне 9 кГц – 1 ГГц**
- **Опция NSG 4070B – 80, 80 Вт в диапазоне 150 кГц -230 МГц**

диполь


Are CDNs suitable?
Yes
No
Use CDNs 7.2
Is clamp injection applicable?
Yes
No
Use CDN S types
Are the cable screened?
Yes
Check the following requirements
I. 150 Ω AE impedance
II. Cable 30 mm to 50 mm above GRP
III. AE sufficiently immune
Use direct injection subclause 7.5
Use CDN M types
Are the cable power supply lines?
Yes
No
Use CDN T types
Are the lines balanced?
Yes
Can requirements be met?
Yes
No
Use CDN A types
Are the lines multi-wire non-balanced?
Yes
Use clamp or current injection subclause 7.3
Use clamp or current injection subclause 7.4



диполь



Тип	Описание	Вариации
M	Неэкран. линии AC/DC	1/2/3/4/5- штырь CEE 7/17 (2 линии, станд.) IEC 60320 C14/C20 (3 линии, станд.) Schuko CEE 7/4 (3 линии, станд.) CEE 17, 5 линий (станд.)
AF	Неэкран. несим. слаботоковые линии	2/3/4 штырь 8/15 линий: 25 D-sub
CAN	Спец. неэкран . CAN шина	4/5 линии (станд.)
S	Экран. линии	2/4/9/15/25 линий (станд.)
S+	Коаксиальные	50/75 Ом
USB	USB	Основное/периферийное устройство
ST	Экран. сим. линии для IT	RJ 45: 0.01-80/0.15-230 МГц
T	Неэкран. сим. линии для IT	1/2/4 пар RG11/RG45 для разных скоростей обмена

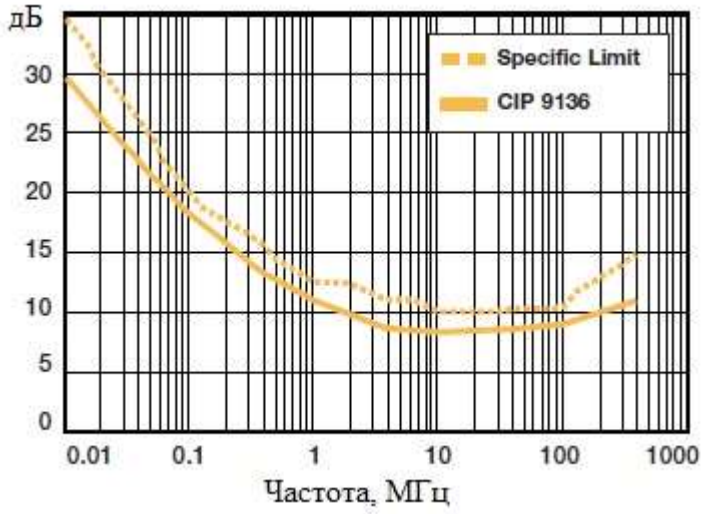
Устройства ввода помех без разрыва цепи

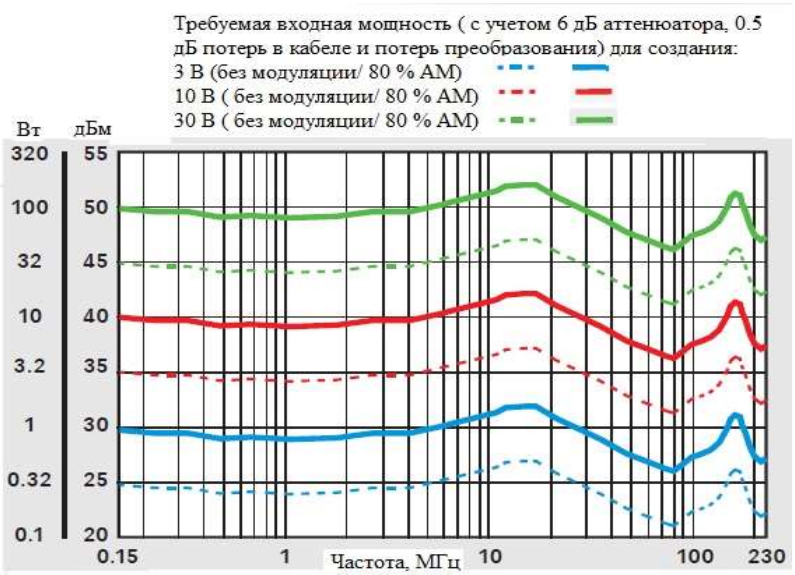
CIP 9136

10 кГц-400 МГц, 1 кВт

KEMZ 801A

0.15-1000 МГц, Pmax=100 Вт@15 мин

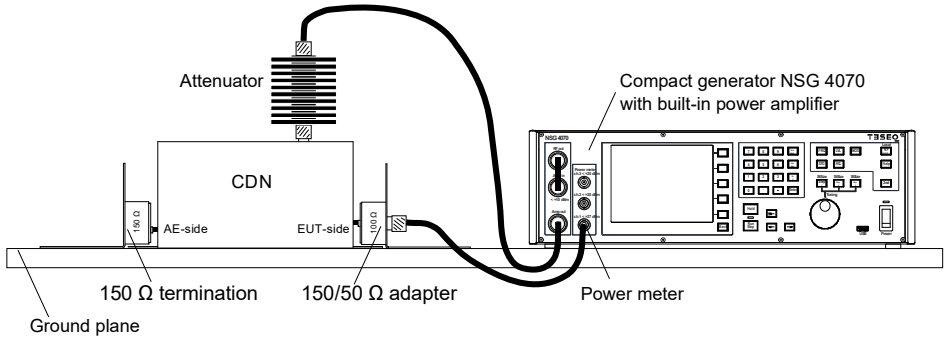


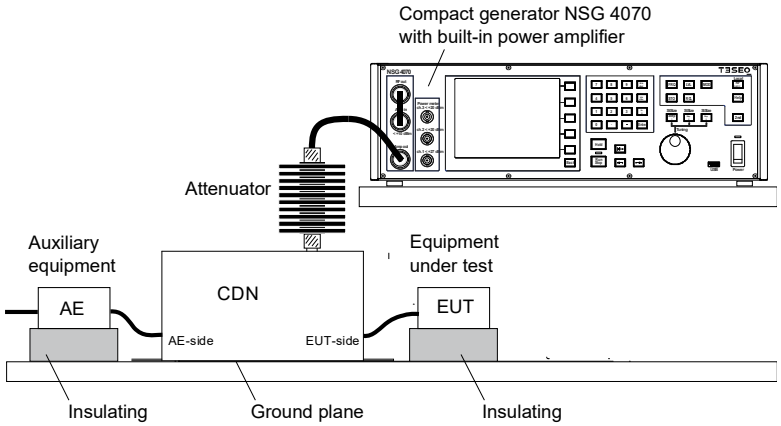


Типовые схемы применения испытательного оборудования

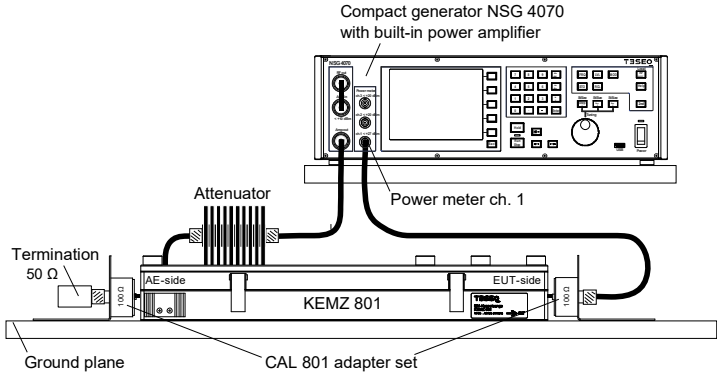
Устройство связи: УСР

- Схема калибровки
- Схема испытаний



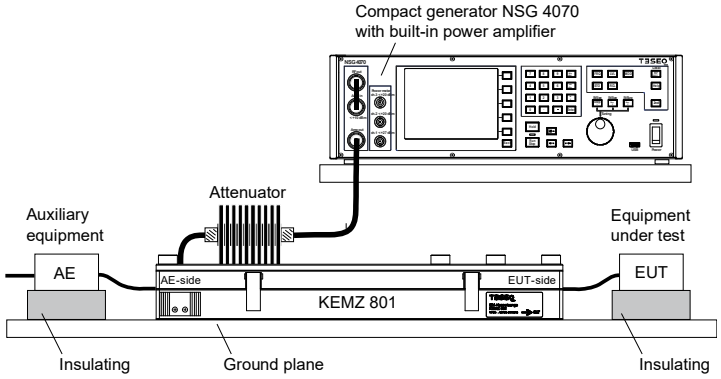


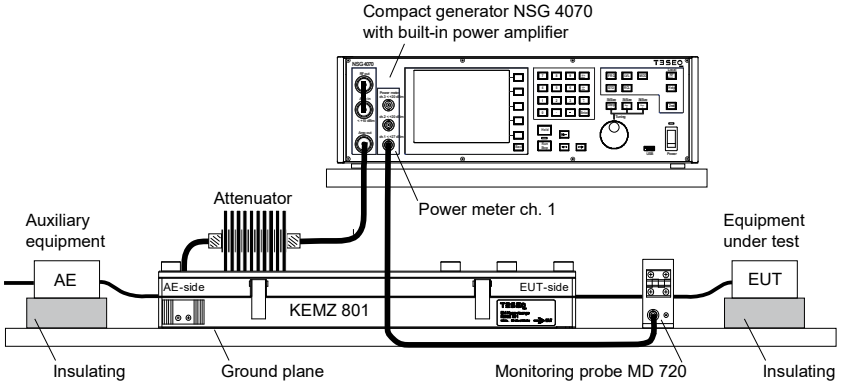
Типовые схемы применения испытательного оборудования



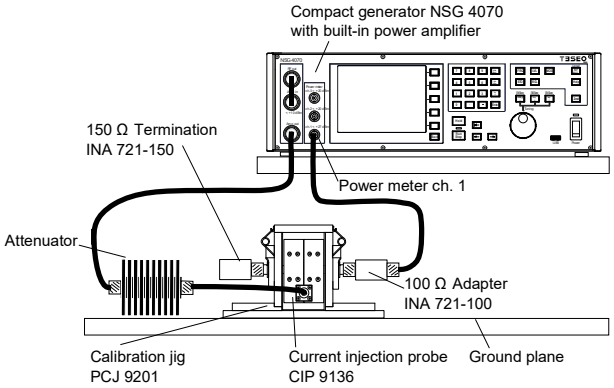
Устройство связи: ЭМ-клещи

- Схема калибровки
- Схема испытаний (с известным импедансом)
- Схема испытаний (с неизвестным импедансом)



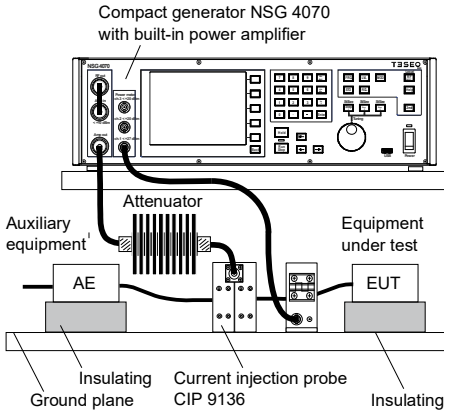


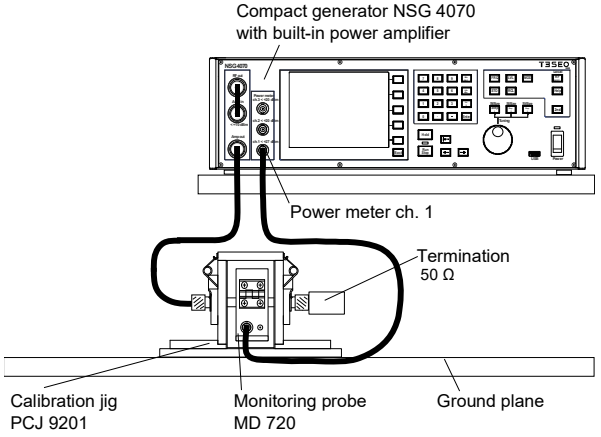
Типовые схемы применения испытательного оборудования



Устройство связи: токовый зонд

- Схема калибровки
- Схема испытаний
- Схема калибровки зонда





Испытательный генератор для оценки устойчивости к излучаемых радиопомехам

Испытательная система ITS 6006

- Интегрированный генератор сигналов 80 МГц – 6 ГГц
- Встроенный коммутатор
- Опция многоканального мониторинга объекта
- Встроенные измерительные каналы
- Внутренняя АМ, ИМ
- Программное управление

Особенности испытательной системы ITS 6006

- **Режим генерации**
  - **Функции многоканального генератора сигналов**
  - **Гибкие функциональные свойства**
  - **Встроенный усилитель мощности**
  - **Встроенный 2-4 канальный коммутатор**

- **Режим оценки устойчивости**
  - **Разветвленное меню согласно**
  - **Отслеживание порогов устойчивости**
  - **Мониторинг объекта**

Полеобразующие системы. Антенны

Измерительные (излучающие) антенны TESEQ

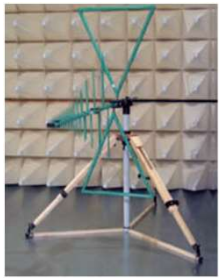
CBL 6111

CBL 6141

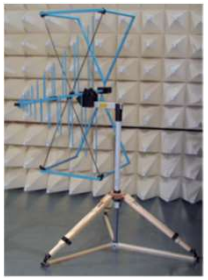
UPA 6108/6109

BHA 9220

CBL 6112



CBL 6144



BHA 9118

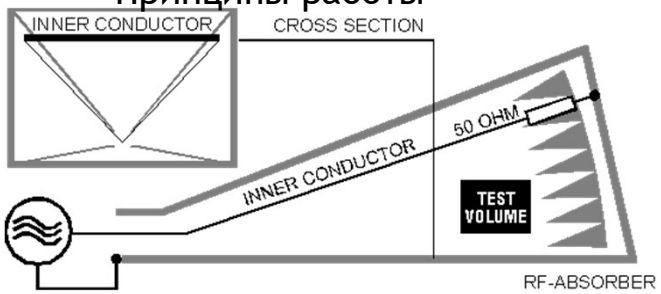
Симметричные полосковые линии

Используются в основном для испытаний автомобильного оборудования

SL 50	0.1 Вт для 10 В/м	150 мм	10 кГц- 1ГГц, 50 Ом, 1 кВт
SL 90	0.05 Вт для 10 В/м	150 мм	10 кГц-1ГГц, 90 Ом, 150Вт
SL 150	10 Вт для 10 В/м	800 мм	10 кГц-1ГГц, 50 Ом, 100 Вт

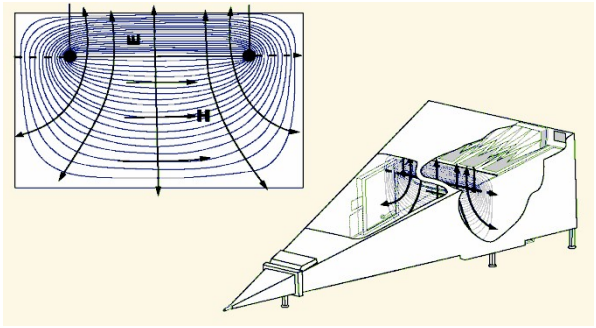
GTEM = GigaHertz Transverse Electro Magnetic

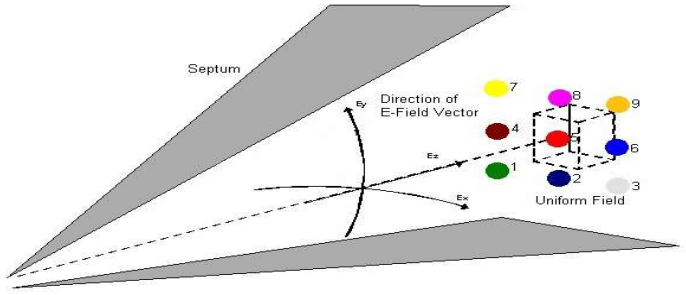
Принципы работы



Основное требование –плоскость однородного поля с вариациями не более 6 дБ согласно EN 61000-4-3:
Однородность относительно суммы E_Y, E_X и E_Z

Структура поля внутри ячейки

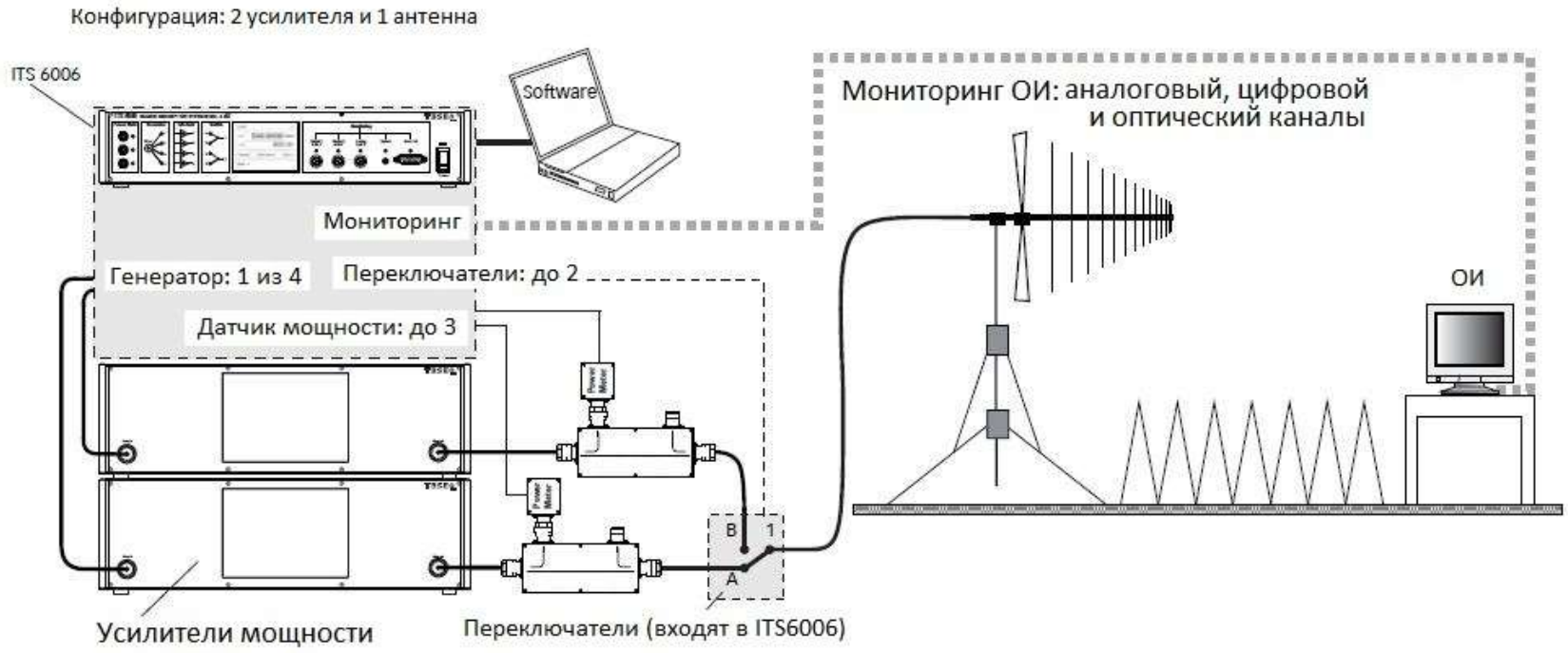




Основные характеристики GTEM ячеек (0-20 ГГц)

Тип	Габариты объекта	Объем по вариациям 6 дБ, $м^3$	Мощность для 10 В/м, Вт	Высота объема в контрольной точке, мм	Макс. входная мощность, Вт	Габариты ячейки, м
GTEM 250	0.20^2*0.13	0.083^3	0.1	217	50 (100)	1.25*0.65*0.45
GTEM 500	0.41^2*0.31	0.167^3	0.7	433	100(400)	2.95*1.48*1.61
GTEM 750	0.62^2*0.49	0.25^3	1.7	650	200(500)	3.95*2.02*1.95
GTEM 1000	0.74^2*0.66	0.333^3	3.0	866	1000	4.95*2.54*2.3
GTEM 1250	0.93^2*0.83	0.416^3	4.7	1083	1000	5.95*3.06*2.52
GTEM 1500	1.11^2*0.99	0.5^3	6.8	1299	1000	6.95*3.58*2.55
GTEM 1750	1.32^2*1.16	0.583^3	9.2	1516	1000	7.95*4.10*2.90
GTEM 2000	1.50^2*1.32	0.666^3	12	1732	1000	8.95*4.62*3.24

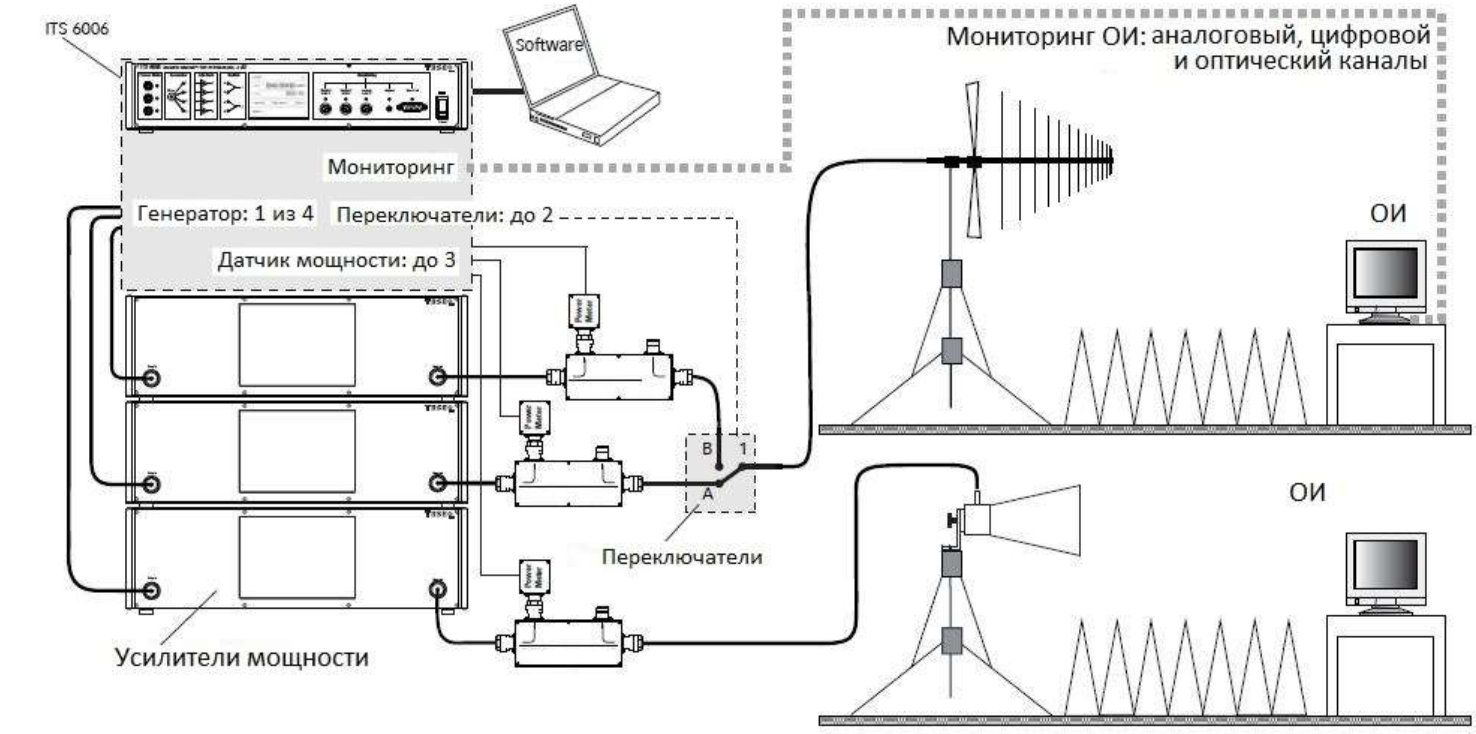
Устойчивость к излучаемым радиопомехам. Примеры конфигураций схем установок.



ДИПОЛЬ

Устойчивость к излучаемым радиопомехам. Примеры конфигураций схем установок.

Конфигурация: 3 усилителя и 2 антенны



диполь

Комплексная система тестирования помехам. Общий вид. Рабочее место № 11.

диполь

Решения “под ключ”

диполь

Решения “под ключ”

ДИПОЛЬ

Спасибо за внимание!

Москва

Огородный проезд, д. 5

Тел./факс (495) 645-20-02

msk@dipaul.ru, smirnov@dipaul.ru

Электроника Транспорт