ИЗМЕНЕНИЕ № 1 СТБ МЭК 61000-4-4-2006

Электромагнитная совместимость
Часть 4-4. Методы испытаний и измерений
ИСПЫТАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К НАНОСЕКУНДНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ПОМЕХАМ

Электрамагнітная сумяшчальнасць
Частка 4-4. Метады выпрабаванняў і вымярэнняў
ВЫПРАБАВАННІ НА ЎСТОЙЛІВАСЦЬ ДА НАНАСЕКУНДНЫХ ІМПУЛЬСНЫХ ПЕРАШКОДАЎ

Введено в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 28.10.2011 № 78

Дата введения 2012-02-01

Предисловие. Пункт 3. Первый абзац изложить в новой редакции:

«Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61000-4-4:2004 Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-4. Testing and measurement techniques. Electrical fast transient/burst immunity test (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам) с поправкой 1 (2006), включая его изменение A1:2010 и технические поправки 1:2006 и 2:2007.».

Введение. Последний абзац изложить в новой редакции:

«Настоящий государственный стандарт представляет собой прямое применение международного стандарта IEC 61000-4-4:2004 + A1:2010 с учетом поправок Cor1:2006 и Cor2:2007 и гармонизирован с региональным (европейским) стандартом EN 61000-4-4:2004 + A1:2010.».

Пункт 6.2.2 изложить в новой редакции:

«**6.2.2** Требования, приведенные в 6.1.2, также применяют к измерительному оборудованию, которое используется для проверки характеристик УСР.

Форма импульса должна быть проверена отдельно для каждой линии связи на каждом выходном зажиме (L1, L2, L3, N и PE) УСР с одним нагрузочным сопротивлением 50 Ом на эталонное заземление.

На рисунке 14 приведена схема одного из пяти проверочных измерений: измерение на зажиме L1 по отношению к эталонному заземлению.

Примечание – Отдельную проверку каждой линии связи выполняют для обеспечения уверенности в том, что каждая линия правильно функционирует и откалибрована.

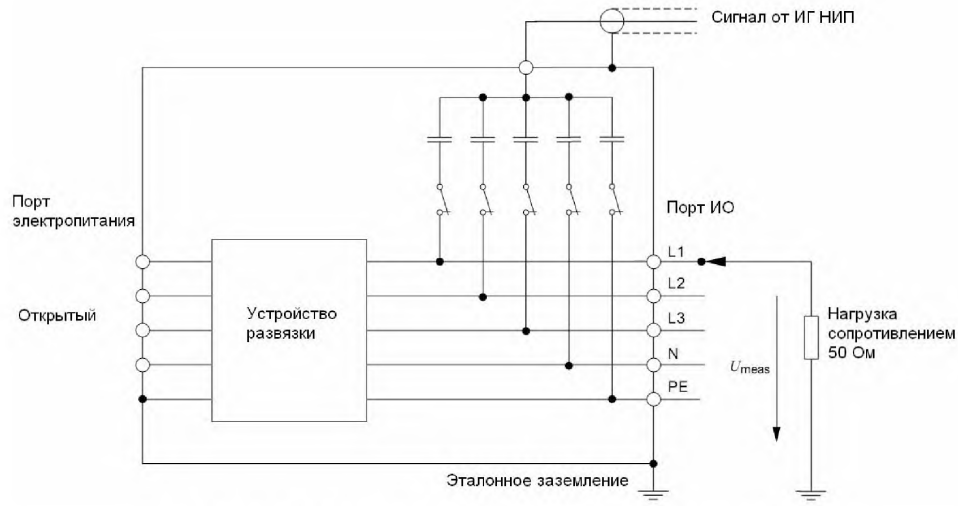


Рисунок 14 – Проверка формы импульса на выходе УСР

Проверку проводят при установке напряжения 4 кВ на выходе ИГ НИП. Генератор подключают ко входу УСР. Отдельные выходы УСР (обычно подключенные к ИО) нагружают сопротивлением 50 Ом, при этом другие выходы не нагружают. Регистрируют значения пикового напряжения и форму импульса.

Длительность фронта импульса (от 10 % до 90 % пикового значения) должна составлять (5 ± 1,5) нс.

Длительность импульса (на уровне 50 % пикового значения) должна составлять (50 ± 15) нс.

Значение пикового напряжения должно составлять (2 ± 0,2) кВ в соответствии с таблицей 2.

Значение остаточного испытательного импульсного напряжения на входах УСР при отключенных ИО и сети питания не должно превышать 10 % от применяемого значения испытательного напряжения.».

(ИУ ТНПА № 10-2011)

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТБ МЭК 61000-4-4-2006

Электромагнитная совместимость

Часть 4-4. Методы испытаний и измерений

ИСПЫТАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К НАНОСЕКУНДНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ПОМЕХАМ

Электрамагнітная сумяшчальнасць

Частка 4-4. Метады выпрабаванняў і вымярэнняў

ВЫПРАБАВАННІ НА ЎСТОЙЛІВАСЦЬ ДА НАНАСЕКУНДНЫХ ІМПУЛЬСНЫХ ПЕРАШКОДАЎ

(IEC 61000-4-4:2004, IDT)

Издание официальное

БЗ 11-2006

Госстандарт
Минск

УДК 621.391.823(083.74)(476) МКС 33.100.20 КП 03 IDT

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, оборудование, помехи импульсные, наносекундные, испытательные уровни, устойчивость к помехам, требования, методы испытаний

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 РАЗРАБОТАН ОАО «Испытания и сертификация бытовой и промышленной продукции «БЕЛЛИС»
ВНЕСЕН Госстандартом Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 8 декабря 2006 г. № 62

3 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61000-4-4:2004 «Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-4. Testing and measurement techniques. Electrical fast transient/burst immunity test and corrigendum 1 (2006)» (МЭК 61000-4-4:2004 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам с поправкой 1 (2006)»).

Международный стандарт разработан подкомитетом 77Б «Высокочастотные явления» технического комитета МЭК/ТК 77 «Электромагнитная совместимость».

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий государственный стандарт, и стандартов, на которые даны ссылки, имеются в БелГИСС.

Степень соответствия – идентичная (IDT)

4 ВЗАМЕН СТБ ГОСТ Р 51317.4.4-2001 (МЭК 61000-4-4:1995) (с отменой на территории Республики Беларусь ГОСТ 30804.4.4-2002 (МЭК 61000-4-4:1995)

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

Введение IV
1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Общие положения 3
5 Испытательные уровни 3
6 Испытательное оборудование 3
6.1 Испытательный генератор НИП 3
6.2 Устройство связи/развязки для портов электропитания переменного и постоянного тока 5
6.3 Емкостные клещи связи 5
7 Организованное место для испытаний 6
7.1 Испытательное оборудование 6
7.2 Организованное место для испытаний, проводимых в испытательной лаборатории 6
7.3 Организованное место для испытаний, проводимых на месте эксплуатации 7
8 Методы испытаний 8
8.1 Условия испытаний в испытательной лаборатории 9
8.2 Проведение испытаний 9
9 Оценка результатов испытаний 9
10 Протокол испытаний 10
Приложение А (справочное) Информация о переходных процессах 18
Приложение В (справочное) Выбор испытательных уровней 20
Библиография 22

Введение

Стандарты серии МЭК 61000 публикуются отдельными частями в соответствии со следующей структурой:

Часть 1: Общие положения
Общее рассмотрение (введение, фундаментальные принципы)
Определения, терминология
Часть 2: Электромагнитная обстановка
Описание электромагнитной обстановки
Классификация электромагнитной обстановки
Уровни электромагнитной совместимости
Часть 3: Нормы
Нормы помехоэмиссии
Нормы помехоустойчивости (в тех случаях, когда они не являются предметом рассмотрения техническими комитетами, разрабатывающими стандарты на продукцию)
Часть 4: Методы испытаний и измерений
Методы измерений
Методы испытаний
Часть 5: Руководства по установке и помехоподавлению
Руководство по установке
Методы помехоподавления и устройства
Часть 6: Общие стандарты
Часть 9: Разное

Каждая часть подразделяется на разделы, которые могут быть опубликованы как международные стандарты или как технические отчеты, некоторые из которых уже опубликованы как разделы. Другие будут опубликованы с дополнительной цифрой, следующей за тире и вторым номером, идентифицирующим подраздел (например, 61000-6-1).

Настоящая часть представляет собой международный стандарт, который устанавливает требования устойчивости к наносекундным импульсным помехам и методы испытаний.

Настоящий государственный стандарт представляет прямое применение международного стандарта МЭК 61000-4-4:2004 и гармонизирован с региональным (европейским) стандартом ЕН 61000-4-4:2004.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Электромагнитная совместимость
Часть 4-4. Методы испытаний и измерений
ИСПЫТАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К НАНОСЕКУНДНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ПОМЕХАМ

Электрамагнітная сумяшчальнасць
Частка 4-4. Метады выпрабаванняў і вымярэнняў
ВЫПРАБАВАННІ НА ЎСТОЙЛІВАСЦЬ ДА НАНАСЕКУНДНЫХ ІМПУЛЬСНЫХ ПЕРАШКОДАЎ

Electromagnetic compatibility
Part 4-4. Testing and measurement techniques
Electrical fast transient/burst immunity test

Дата введения 2007-06-01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на электротехническое и электронное* оборудование и устанавливает требования устойчивости к повторяющимся наносекундным импульсным помехам (НИП) и методы испытаний такого оборудования. Стандарт дополнительно устанавливает диапазон испытательных уровней, а также порядок проведения испытаний.

Целью настоящего стандарта является установление общих правил оценки качества помехоустойчивости электротехнического и электронного оборудования, на которое воздействуют НИП, на порты электропитания, ввода/вывода сигналов, управления и заземления. Методы испытаний, приведенные в настоящем стандарте, являются унифицированными методами оценки помехоустойчивости оборудования или системы к определенному воздействию.

Стандарт устанавливает:

– форму сигнала испытательного напряжения;
– диапазон испытательных уровней;
– испытательное оборудование;
– метод проверки испытательного оборудования;
– организованные места для испытаний;
– методы испытаний.

В стандарте приведены методы испытаний в лабораторных условиях и испытаний на месте эксплуатации оборудования после его окончательной установки.

2 Нормативные ссылки

Документы, на которые дается ссылка, являются обязательными при применении настоящего стандарта. Если при ссылке указана дата, то применяют только приводимое издание. Если документ, на который дается ссылка, не датирован, то применяется его последнее издание (включая все изменения к нему).

МЭК 60050-161:1990 Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 161. Электромагнитная совместимость

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют термины и их определения, установленные в МЭК 60050-161, а также следующие:

Примечание – Отдельные из самых важных терминов и их определения из МЭК 60050-161 представлены в числе приведенных ниже определений.

* Включает также и радиоэлектронное оборудование.

Издание официальное

3.1 пачка импульсов (burst): Последовательность ограниченного количества отдельных импульсов или колебаний ограниченной длительности [МЭС 161-02-07].

3.2 калибровка (calibration): Совокупность операций, которые устанавливают в соответствии со стандартами соотношение, которое существует при определенных условиях, между показаниями и результатом измерения.

Примечания

1 Этот термин основан на понятии «неопределенности».

2 Соотношение между показаниями и результатом измерения может быть выражено в виде калибровочной диаграммы [МЭС 311-01-09].

3.3 связь (coupling): Взаимодействие между цепями для передачи энергии из одной цепи в другую.

3.4 синфазная помеха общего вида (common mode (coupling): Одновременное введение помехи во все провода по отношению к эталонной пластине заземления.

3.5 клещи связи (coupling clamp): Устройство с определенными размерами и характеристиками для введения синфазной помехи общего вида в испытуемую схему без какого-либо гальванического соединения к ней.

3.6 устройство связи (coupling network): Электрическая схема, предназначенная для передачи энергии из одной цепи в другую.

3.7 устройство развязки (decoupling network): Электрическая схема, предназначенная для предотвращения воздействия НИП, подаваемых на ИО, на другие устройства, оборудование или системы, которые не подвергаются испытанию.

3.8 ухудшение качества функционирования (degradation (of performance): Нежелательное отклонение от установленных технической документацией функциональных характеристик любого устройства, оборудования или системы.

Примечание – Термин «ухудшение качества функционирования» может применяться к временной или постоянной неисправности [МЭС 161-01-19].

3.9 НИП (EFT/B): Наносекундные импульсные помехи.

3.10 электромагнитная совместимость (ЭМС) (electromagnetic compatibility (EMC): Способность оборудования или системы удовлетворительно функционировать в окружающей электромагнитной обстановке без создания недопустимых электромагнитных помех какому-либо оборудованию в этой обстановке [МЭС 161-01-07].

3.11 ИО (EUT): Испытуемое оборудование.

3.12 эталонная пластина заземления (ground reference plane): Ровная проводящая поверхность, потенциал которой используется как общий нулевой потенциал [МЭС 161-04-36].

3.13 устойчивость к электромагнитной помехе (помехоустойчивость) (immunity (to a disturbance): Способность устройства, оборудования или системы сохранять заданное качество функционирования при наличии электромагнитных помех [МЭС 161-01-20].

3.14 порт (port): Индивидуальная граница между ИО и внешней электромагнитной средой.

3.15 время нарастания (длительность фронта) импульса (rise time): Интервал времени между моментами, когда мгновенное значение импульса вначале достигает 10 % уровня и затем 90 % пикового значения [МЭС 161-02-05, измененный].

3.16 переходной процесс (transient): Отношение или обозначенное явления или величина, которая изменяется между двумя следующими друг за другом устойчивыми состояниями в течение короткого временного интервала, сравниваемого с рассматриваемой временной шкалой [МЭС 161-02-01].

3.17 проверка (verification): Совокупность операций, которые используются для проверки системы испытательного оборудования (например, испытательный генератор (ИГ) и соединительные кабели) для подтверждения того, что испытательная система функционирует в соответствии с техническими характеристиками, приведенными в разделе 6.

Примечания

1 Методы, используемые при проверке, могут отличаться от методов, используемых при калибровке.

2 Процедура, приведенная в 6.1.2 и 6.2.2, предназначена для гарантии правильной работы ИГ и другого оборудования, необходимого для создания организованного места для испытаний таким образом, чтобы соответствующей формы сигнал подводился к ИО.

3 Для целей настоящего стандарта это определение отличается от определения, приведенного в МЭС 311-01-13.

4 Общие положения

Испытание на воздействие НИП – это испытание пачками импульсов наносекундной длительности, подаваемых на порты электропитания, управления, ввода/вывода сигналов и заземления электротехнического и электронного оборудования. Существенными особенностями НИП являются высокая амплитуда, малая длительность фронта, высокая частота повторения и низкая энергия импульсов.

Испытания предназначены, чтобы продемонстрировать помехоустойчивость электротехнического и электронного оборудования при воздействии типичных процессов переходных помех, возникающих обычно вследствие коммутационных процессов (прерывания индуктивных нагрузок, размыкание контактов реле и т. п.)

5 Испытательные уровни

При проведении испытаний на устойчивость к НИП испытательные уровни, применяемые к портам электропитания, заземления, ввода/вывода сигналов и управления, указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Испытательные уровни

Выходное испытательное напряжение ИГ НИП в режиме холостого хода и частота повторения импульсов				
Испытательный уровень	Порт электропитания, порт заземления		Порты ввода/вывода сигналов, данных и управления	
	Пиковое напряжение, кВ	Частота повторения, кГц	Пиковое напряжение, кВ	Частота повторения, кГц
1	0,5	5 или 100	0,25	5 или 100
2	1	5 или 100	0,5	5 или 100
3	2	5 или 100	1	5 или 100
4	4	5 или 100	2	5 или 100
X[a]	Специальная	Специальная	Специальная	Специальная
Примечания 1 Обычно используют частоту повторения 5 кГц. Однако на практике частота повторения близка к 100 кГц. Технические комитеты на конкретные виды продукции должны определять, какая частота повторения подходит для специальных изделий или типов изделий. 2 Для некоторых изделий может быть неясность при разграничении между портами электропитания и портами ввода/вывода сигналов; в этих случаях комитет на продукцию должен определить требования и методы испытаний.				
[a] «X» представляет собой открытый испытательный уровень, который может быть установлен в технической документации на оборудование.				

Эти выходные напряжения в режиме холостого хода указываются на генераторе НИП. Для выбора испытательных уровней см. приложение В.

6 Испытательное оборудование

Методики проверки, приведенные в 6.1.2 и 6.2.2, гарантируют правильную работу ИГ НИП, устройств связи/развязки и других устройств, применяемых при формировании организованного места для испытаний, чтобы импульсы требуемой формы подводились к ИО.

6.1 Испытательный генератор НИП

Упрощенная схема ИГ приведена на рисунке 1. Схемные элементы C_c, R_s, R_m и C_d выбираются такими, чтобы ИГ обеспечивал НИП в режиме холостого хода и при резистивной нагрузке 50 Ом. Эффективное полное сопротивление выхода генератора должно быть 50 Ом.

Основные элементы ИГ:

– источник высокого напряжения;

– зарядный резистор;

– накопительный конденсатор;

– переключатель высокого напряжения;

– резистор цепи формирования длительности импульса;

– резистор для согласования полного сопротивления;
– разделительный конденсатор.

6.1.1 Технические характеристики ИГ НИП

ИГ НИП должен иметь следующие характеристики:
– диапазон выходных напряжений при нагрузке 1 000 Ом должен быть от 0,25 до 4 кВ;
– диапазон выходных напряжений при нагрузке 50 Ом должен быть от 0,125 до 2 кВ.
ИГ должен сохранять работоспособность в режиме короткого замыкания.
Характеристики ИГ НИП:

Полярность импульсов	положительная или отрицательная;
Тип выходного соединителя	коаксиальный, 50 Ом;
Емкость разделительного конденсатора	10 нФ ± 20 %;
Частота повторения импульсов	(см. таблицу 2) ± 20 %;
Работа ИГ НИП по отношению к фазе напряжения электропитания	асинхронная;
Длительность пачки импульсов (см. рисунок 2)	15 мс ± 20 % при частоте повторения 5 кГц; 0,75 мс ± 20 % при частоте повторения 100 кГц;
Период следования пачек импульсов (см. рисунок 2)	300 мс ± 20 %;
Параметры импульса при нагрузке 50 Ом:	
– длительность фронта импульса	t_r = 5 нс ± 30 %;
– длительность импульса (на уровне 50 % пикового значения)	t_d = 50 нс ± 30 %;
– пиковое напряжение	(согласно таблице 2) ± 10 %
– форма импульса	(см. рисунок 3).
Параметры импульса при нагрузке 1 000 Ом:	
– длительность фронта импульса	t_r = 5 нс ± 30 %;
– длительность импульса (на уровне 50 % пикового значения)	t_d = 50 нс с отклонением от минус 15 нс до 100 нс;
– пиковое напряжение	(согласно таблице 2) ± 20 %; (см. примечание 2 к таблице 2);
– форма импульса	см. рисунок 3;
Полное сопротивление испытательной нагрузки	50 Ом ± 2 %; 1 000 Ом ± 2 % параллельно с емкостью ≤ 6 пФ. Измерения резистора производят на постоянном токе, а емкости – при использовании подходящего измерителя емкости, работающего на низких частотах.

6.1.2 Проверка характеристик ИГ НИП

ИГ НИП должен быть проверен в соответствии с установленным общим эталоном для всех генераторов. Для этих целей должна быть проведена следующая процедура.

Выход ИГ НИП необходимо подключить к нагрузке 50 Ом и 1 000 Ом соответственно и наблюдать напряжение на осциллографе. Ширина полосы пропускания измерительного оборудования и испытательной нагрузки на уровне – 3 дБ должна быть не менее 400 МГц. Полное сопротивление испытательной нагрузки 1 000 Ом весьма вероятно станет комплексным. Длительность фронта импульса, длительность импульса и частота повторения импульсов в одной пачке должны контролироваться, а также контролируют длительность пачки и период следования пачек импульсов.

Для каждого из установленного напряжения в таблице 2 измеряют выходное напряжение на нагрузке 50 Ом [V_p (50 Ом)]. Это измеренное напряжение должно быть [0,5 × V_p (в режиме холостого хода)] ± 10 %.

При тех же установках генератора (установке напряжения) измеряют напряжение при нагрузке 1 000 Ом [V_p (1 000 Ом)]. Это измеренное напряжение должно быть V_p (в режиме холостого хода) ± 20 %.

Примечание 1 – Измерения должны проводиться так, чтобы обеспечивалась минимальная паразитная емкость.

Таблица 2 – Уровни выходного пикового напряжения и частоты повторения

Установленное напряжение, кВ	V_p (в режиме холостого хода), кВ	V_p (1 000 Ом), кВ	V_p (50 Ом), кВ	Частота повторения, кГц
0,25	0,25	0,24	0,125	От 5 до 100
0,5	0,5	0,48	0,25	От 5 до 100
1	1	0,95	0,5	От 5 до 100
2	2	1,9	1	От 5 до 100
4	4	3,8	2	От 5 до 100

Примечания

2 При использовании нагрузочного резистора 1 000 Ом автоматически получается результат измерения по напряжению на 5 % меньше, чем установленное напряжение, как показано в графе V_p (1 000 Ом). Измеренное значение V_p (на 1 000 Ом) = V_p (в режиме холостого хода) необходимо умножить на 1 000/1 050 (отношение испытательной нагрузки к полному сопротивлению схемы 1 000 Ом плюс 50 Ом).

3 При использовании нагрузочного резистора 50 Ом измеренное выходное напряжение составляет 0,5 от значения напряжения в режиме холостого хода, что видно из приведенной выше таблицы.

6.2 Устройство связи/развязки (УСР) для портов электропитания переменного и постоянного тока

УСР требуется для подачи НИП на порты источников питания переменного и постоянного тока.

Схематическая диаграмма (на примере трехфазной сети электропитания переменного тока) приведена на рисунке 4.

Форма импульсов ИГ НИП должна быть проверена на выходе устройства связи согласно 6.2.2.

6.2.1 Характеристики устройства связи/развязки

УСР должно иметь следующие характеристики:

– емкость конденсаторов связи 33 нФ;

– метод связи синфазная помеха общего вида.

6.2.2 Проверка характеристик устройства связи/развязки

Требования, приведенные в 6.1.2, также применяют к измерительному оборудованию, используемому для проверки характеристик УСР.

Форма импульса должна проверяться на выходе УСР в режиме синфазной помехи общего вида при одной нагрузке 50 Ом.

Проверка проводится при установке на выходе генератора номинального напряжения 4 кВ. Генератор подключается ко входу УСР. Выход УСР (обычно подсоединяемый к ИО) нагружается на нагрузку 50 Ом. Пиковое напряжение и форма напряжения записываются.

Рекомендуется проводить функциональную проверку для каждого единичного зажима УСР.

Длительность фронта импульса (от 10 % до 90 % пикового значения) должна быть 5 нс ± 30 %.

Длительность импульса (на уровне 50 % пикового значения) должна быть 50 нс ± 30 % при нагрузке 50 Ом.

Допустимое отклонение для пикового напряжения согласно таблице 2 составляет ± 10 %.

Остаточное испытательное импульсное напряжение на входах УСР, когда ИО и питающая сеть отключены, не должно превышать 10 % от применяемого испытательного напряжения.

Примечание – Для устройств связи/развязки, сконструированных в соответствии с МЭК 61000-4-4:1995 (первая редакция), могут потребоваться незначительные изменения для удовлетворения требованиям настоящего стандарта к синфазной помехе общего вида.

6.3 Емкостные клещи связи

Емкостные клещи связи обеспечивают возможность подачи НИП на проверяемую цепь без гальванического подключения к контактам портов ИО, экранам кабелей или каким-либо другим частям ИО.

Емкостная связь емкостных клещей связи зависит от диаметра кабеля, материала кабелей и наличия экранов в кабелях.

Конструкция состоит из пластин связи (выполненных из стали, оцинкованной горячим способом, латуни, меди или алюминия) для укладки в них кабелей проверяемых цепей (плоских или круглых). Емкостные клещи следует устанавливать на эталонной пластине заземления площадью не менее 1 $м^2$.

Эталонная пластина заземления должна выступать за границы клещей связи не менее чем на 0,1 м с каждой стороны.

Емкостные клещи должны иметь на каждом конце высоковольтный коаксиальный соединитель для подключения ИГ к любому концу. ИГ должен быть подсоединен к тому концу клещей, который расположен ближе к ИО.

При испытаниях емкостные клещи с уложенным в них кабелем должны быть более плотно закрыты, чтобы обеспечить максимальную емкость связи между кабелем и емкостными клещами.

Механическая конструкция емкостных клещей связи приведена на рисунке 5 и определяет их характеристики, такие как частотная характеристика, полное сопротивление и т. д.

Характеристики емкостных клещей связи:

– типовое значение емкости связи между кабелем и емкостными клещами — от 100 до 1 000 пФ;

– диаметр укладываемых круглых кабелей — от 4 до 40 мм;

– амплитуда пробивного напряжения изоляции — 5 кВ (испытательный импульс 1,2/50 мкс).

Метод испытаний с использованием емкостных клещей связи предназначен для подачи НИП на порты ввода/вывода сигналов и порты связи, но также может использоваться применительно к портам электропитания переменного и постоянного тока, если нельзя использовать УСР, указанное в 6.2.

7 Организованное место для испытаний

В зависимости от места проведения различают испытания:

– типа (для подтверждения соответствия), проводимые в испытательных лабораториях;

– проводимые на месте эксплуатации оборудования после их окончательной установки.

Предпочтительными являются испытания типа, проводимые в испытательных лабораториях.

ИО должно быть смонтировано в соответствии с инструкциями производителя по установке (при наличии таковых).

7.1 Испытательное оборудование

Организованное место для испытаний должно включать следующее испытательное оборудование (см. рисунок 6):

– эталонную пластину заземления;

– устройство связи и (или) емкостные клещи;

– устройство развязки;

– испытательный генератор.

7.2 Организованное место для испытаний, проводимых в испытательной лаборатории

7.2.1 Условия проведения испытаний

При испытаниях, проводимых в испытательных лабораториях, требования к условиям окружающей среды должны быть такими, как указано в 8.1.

ИО, которое является либо стационарного напольного либо настольного применения, и оборудование, сконструированное для размещения в других конфигурациях, должно быть размещено на эталонной пластине заземления и изолировано от нее изоляционной подставкой высотой (0,1 ± 0,01) м (см. рисунок 7).

В случае настольного оборудования ИО следует размещать над пластиной заземления на высоте (0,1 ± 0,01) м (см. рисунок 7). Оборудование, которое обычно монтируют на потолке или стенах, должно испытываться, как настольное оборудование, при размещении на подставке высотой (0,1 ± 0,01) м над эталонной пластиной заземления.

ИГ и УСР размещают непосредственно на эталонной пластине заземления и соединяются с ней.

Эталонная пластина заземления должна представлять собой металлический лист (медный или алюминиевый) толщиной не менее 0,25 мм; допускается использование других металлических материалов, но они должны иметь толщину не менее 0,65 мм.

Минимальные размеры эталонной пластины заземления должны составлять 1 × 1 м. Фактические размеры зависят от размеров ИО.

Эталонная пластина заземления должна выступать за границы ИО не менее чем на 0,1 м с каждой стороны. Эталонная пластина заземления должна быть соединена с защитным заземлением.

ИО должно быть установлено и подключено, чтобы выполнить его функциональные требования согласно технической документации изготовителя.

Минимальное расстояние между ИО и всеми другими проводящими конструкциями (например, стены экранированной комнаты), за исключением эталонной пластины заземления под ИО, должно быть более 0,5 м.

Все кабели, подключенные к ИО, должны размещаться на изолирующей подставке высотой 0,1 м над эталонной пластиной заземления. Провода, не подлежащие испытанию НИП, располагают как можно дальше от испытуемого кабеля, чтобы минимизировать связь между кабелями.

ИО подключается к системе заземления в соответствии с указаниями производителя по установке; дополнительные заземления не допускаются.

Полное сопротивление соединения заземляющих кабелей УСР к эталонной пластине заземления и все соединения должны обеспечивать низкую индуктивность.

Для подачи испытательных напряжений НИП должно быть использовано прямое устройство связи либо емкостные клещи связи. Испытательные напряжения должны быть поданы во все порты ИО, включая те, которые проходят между двумя блоками оборудования, подвергаемого испытанию, за исключением тех, для которых из-за длины межсоединительных проводов проведение испытаний невозможно.

Развязывающие устройства должны использоваться для защиты вспомогательного оборудования и сетей общего применения.

При использовании емкостных клещей связи минимальное расстояние между их пластинами связи и всеми другими проводящими поверхностями, за исключением эталонной пластины заземления под емкостными клещами связи, должно быть 0,5 м.

Если нет других указаний в стандартах на изделие или группу изделий, длина сигнальных кабелей и кабелей электропитания между устройством связи и ИО должна быть (0,5 ± 0,05) м.

Если изготовитель предусматривает несъемный кабель электропитания длиной более (0,5 ± 0,05) м к оборудованию, то избыточная длина этого кабеля должна быть собрана в плоское кольцо соответствующего диаметра и уложена над эталонной пластиной заземления на высоте 0,1 м.

Примеры организованных мест для испытаний в испытательной лаборатории приведены на рисунках 7 и 8.

На рисунке 8 используется дополнительная заземленная пластина, подключаемая к шасси ИО.

7.2.2 Методы подачи НИП на ИО

Метод подачи испытательного напряжения НИП на ИО зависит от типа порта ИО (как показано ниже).

7.2.2.1 Порты электропитания

Пример организованного места для испытаний для прямого ввода НИП через УСР приведен на рисунке 9. Этот метод является предпочтительным при вводе помехи в порты электропитания.

Если подходящий УСР не может быть применен, так как переменный ток электропитания превышает 100 А, то может применяться альтернативный метод; однако использование емкостных клещей связи не одобряется, так как эффективность ввода НИП значительно меньше, чем при прямом вводе через конденсатор 33 нФ.

7.2.2.2 Порты ввода/вывода сигналов и порты связи

Примеры на рисунках 7 и 10 показывают, как используются емкостные клещи связи для подачи НИП на порты ввода/вывода сигналов и порты связи. При использовании емкостных клещей связи не подвергаемое испытанию или подключаемое вспомогательное оборудование соответствующим образом должно быть развязано.

7.2.2.3 Порт заземления корпуса

Испытательной точкой на корпусе должна быть клемма для подсоединения провода защитного заземления.

Испытательное напряжение должно подаваться на соединение защитного заземления (PE) через емкость связи 33 нФ в соответствии с рисунком 11.

7.3 Организованное место для испытаний, проводимых на месте эксплуатации

Эти испытания являются дополнительными. Они проводятся только по согласованию между изготовителем и заказчиком. Необходимо учитывать, что сами испытания могут быть разрушительными для ИО и другое размещенное рядом оборудование может быть повреждено или подвержено какому-либо неприемлемому воздействию.

ИО или система должны быть испытаны после их окончательной установки и монтажа в соответствии с технической документацией. Испытания на месте эксплуатации проводят без применения УСР, чтобы с наибольшей возможностью имитировать реальную электромагнитную обстановку.

Если оборудование или система, отличные от оборудования, которое подвергается испытанию, чрезмерно подвержено воздействию НИП при проведении испытаний, то устройство развязки должно быть использовано по согласованию между изготовителем и пользователем.

7.3.1 Испытания портов электропитания и заземления

7.3.1.1 Стационарное напольное оборудование

Испытательное напряжение НИП должно быть подано одновременно между эталонной пластиной заземления и каждым зажимом электропитания переменного или постоянного тока и на клеммы защитного или функционального заземления на корпусе ИО.

Организованное место для испытаний приведено на рисунке 11.

Эталонная пластина заземления с минимальной площадью 1 $м^2$ (как указано в 7.2.1) должна укладываться около ИО и соединяться с зажимом защитного заземления на розетке электропитания.

ИГ НИП должен быть установлен на эталонной пластине заземления. Длина «провода под напряжением» от коаксиального выхода ИГ НИП к портам ИО должна быть (0,5 ± 0,05) м. Это соединение должно быть неэкранированным, но хорошо изолированным. Если это необходимо, используются разделительные конденсаторы емкостью 33 нФ. Все другие подключения ИО должны быть выполнены в соответствии с его функциональными требованиями.

7.3.1.2 Нестационарное ИО, подключаемое к сети электропитания гибким кабелем с вилкой

Испытательное напряжение НИП должно быть подано одновременно между каждым проводом электропитания и защитным заземлением на источники электропитания (см. рисунок 12).

7.3.2 Испытания портов ввода/вывода и портов связи

Использование емкостных клещей связи является предпочтительным методом для подачи НИП на порты ввода/вывода и порты связи. Однако, если клещи не могут быть использованы из-за механических проблем (размер, разводка кабелей) в кабельных соединениях, их можно заменить проводящей лентой или фольгой, которая навивается на проверяемые кабели. Емкость такого устройства связи с фольгой или лентой должна быть эквивалентна емкости стандартных клещей связи.

В качестве альтернативного метода подключения ИГ НИП к зажимам линий может быть соединение через конденсаторы 100 пФ вместо распределенной емкости клещей связи или устройства с фольгой или лентой.

Если ИО содержит много аналогичных портов, то производитель может выбрать для испытания такое типичное количество кабелей, которое необходимо для получения полной определенности в результатах испытаний.

Заземление коаксиального кабеля ИГ должно быть выполнено в непосредственной близости от точки его ввода НИП. Непосредственная подача НИП на сигнальные проводники (провода под напряжением) коаксиальных или экранированных линий связи не допускается.

Выбранный способ подачи НИП не должен ухудшать условий экранирования ИО. Для данной испытательной конфигурации см. рисунок 13.

Результаты испытаний, полученные с применением дискретного конденсатора связи, могут отличаться от результатов, полученных при использовании емкостных клещей связи или фольги. Поэтому испытательные уровни, установленные в разделе 5, могут быть изменены техническим комитетом на продукцию, чтобы учесть условия проведения испытаний.

При проведении испытаний на месте эксплуатации по согласованию между изготовителем и пользователем может быть установлено, что внешние кабели испытываются при укладке всех кабелей одновременно в емкостные клещи связи.

8 Методы испытаний

Качество функционирования испытательного оборудования должно быть проверено перед проведением испытаний. Эта проверка обычно ограничивается проверкой наличия НИП от генератора на выходе устройства связи.

Методы испытаний включают:

– контроль условий в испытательной лаборатории;

– предварительную проверку работы оборудования;

– проведение испытаний;

– оценку результатов испытаний.

8.1 Условия испытаний в испытательной лаборатории

Чтобы минимизировать влияние окружающей среды на результаты испытаний, испытания должны быть проведены в климатических условиях и в условиях электромагнитной обстановки, как установлено в 8.1.1 и 8.1.2.

8.1.1 Климатические условия

Если иное не установлено в общих стандартах или в стандартах на продукцию, то климатические условия в лаборатории должны быть в пределах, определенных для функционирования ИО и испытательного оборудования их изготовителями соответственно.

Испытания не проводят, если относительная влажность настолько высока, что возможна конденсация влаги на ИО или испытательном оборудовании.

Примечание – Если установлено, что существуют достаточные основания для утверждения, что явление, охватываемое настоящим стандартом, подвержено влиянию климатических условий, то на это должно быть обращено внимание комитета, отвечающего за этот стандарт.

8.1.2 Электромагнитные условия

Электромагнитные условия в лаборатории должны обеспечивать правильную работу ИО и не влиять на результаты испытаний.

8.2 Проведение испытаний

Испытание проводят в соответствии с программой испытаний, включающей проверку работоспособности ИО в соответствии с технической документацией.

ИО должно находиться в нормальном работоспособном состоянии.

Программа испытаний должна устанавливать:

– вид испытания, который должен быть проведен;

– испытательный уровень;

– полярность испытательного напряжения (необходимы обе полярности);

– внутренний или внешний способ запуска ИГ;

– длительность испытания не менее 1 мин (длительность 1 мин выбрана, чтобы ускорить проведение испытаний. Однако, чтобы избежать синхронизации, время испытания можно разбить на шесть периодов НИП длительностью по 10 с, которые разделены паузами длительностью 10 с. В реальных условиях НИП возникают случайно, как единичное событие. Синхронизация импульсов НИП с сигналами ИО не требуется. Технический комитет по видам продукции может выбрать другие длительности испытаний);

– количество воздействий НИП;

– порты ИО, которые подвергаются испытанию;

– типовые режимы работы ИО;

– последовательность подачи импульсных помех на порты ИО (поочередно по портам) или на кабели, содержащие более чем одну проверяемую цепь, и т. д.

– вспомогательное оборудование.

9 Оценка результатов испытаний

Результаты испытаний должны быть классифицированы в зависимости от потери функции или возможного ухудшения характеристик функционирования ИО и основаны на уровне качества функционирования, указанного изготовителем ИО или заказчиком испытаний или установленного по согласованию между изготовителем и покупателем данного изделия. Рекомендуемая классификация включает следующее:

a) нормальное функционирование в рамках, установленных изготовителем, заказчиком или покупателем;

b) временную потерю функции, или ухудшение качества функционирования, или постепенный отказ с восстановлением нормального функционирования при прекращении воздействия помехи, осуществляемым без вмешательства оператора;

c) временную потерю функции, или ухудшение качества функционирования, или постепенный отказ, при котором для восстановления нормального функционирования требуется вмешательство оператора;

d) потерю функции, или ухудшение качества функционирования, или постепенный отказ, которые не могут быть восстановлены из-за повреждения оборудования (компонентов), нарушения программного обеспечения или потери данных.

Инструкции изготовителя могут определять некоторые эффекты воздействия помех на ИО как незначительные и, следовательно, приемлемые.

Настоящая классификация может использоваться комитетами, ответственными за разработку общих стандартов, стандартов на изделия или группу изделий, в качестве руководства по определению критериев качества функционирования или в качестве основы для согласования критериев качества функционирования изделий между изготовителем и покупателем, например в случае отсутствия подходящего общего стандарта, стандарта на изделие или группу изделий.

10 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать всю информацию, необходимую для воспроизведения испытания, например должно быть указано следующее:

– пункты, приведенные в программе испытаний, на соответствие разделу 8;

– обозначение ИО и любого связанного оборудования, например торговая марка, тип ИО, серийный номер;

– обозначение испытательного оборудования, например торговая марка, тип оборудования, серийный номер;

– любые особые условия окружающей обстановки, в которых было проведено испытание, например применение экранированного помещения;

– любые особые условия, которые необходимо соблюсти при проведении испытаний;

– уровень качества функционирования, установленный изготовителем, заказчиком или покупателем;

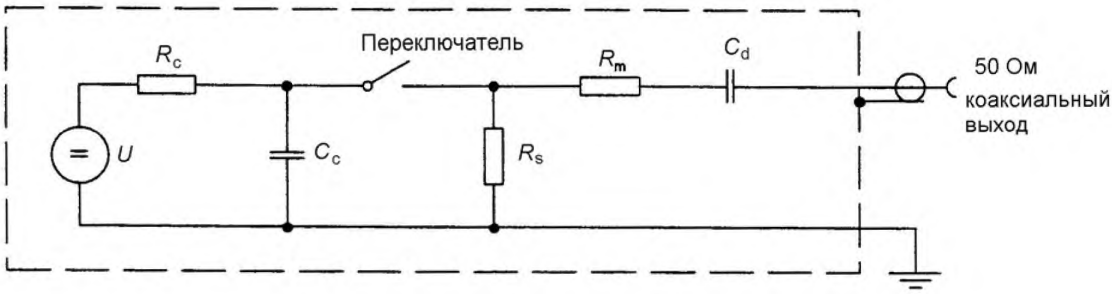
– критерий качества функционирования, установленный в общем стандарте, стандарте на изделие или группу изделий;

– любые воздействия на ИО, зафиксированные во время или после применения испытательной помехи, а также продолжительность этих воздействий;

– критерий определения результата испытания (основанный на критерии качества функционирования, установленном в общем стандарте, стандарте на изделие или группу изделий, или являющийся предметом соглашения между изготовителем и покупателем);

– любые особые условия использования, например длина или тип кабеля, экранирование или заземление или эксплуатационный режим испытуемого оборудования, соблюдение которых требуется для достижения соответствия.

Что касается неопределенности измерений, важно установить, что испытательное оборудование соответствует требованиям по допустимым отклонениям по МЭК 61000-4-4; однако, если проводится проверка в соответствии с определенными допустимыми отклонениями, то неопределенность калибровки должна приниматься в расчет.



U – источник высокого напряжения;
R_c – зарядный резистор;
C_c – накопительный конденсатор;
R_S – резистор цепи формирования длительности импульса;
R_m – согласующий резистор;
C_d – разделительный конденсатор

Рисунок 1 – Упрощенная схема ИГ НИП

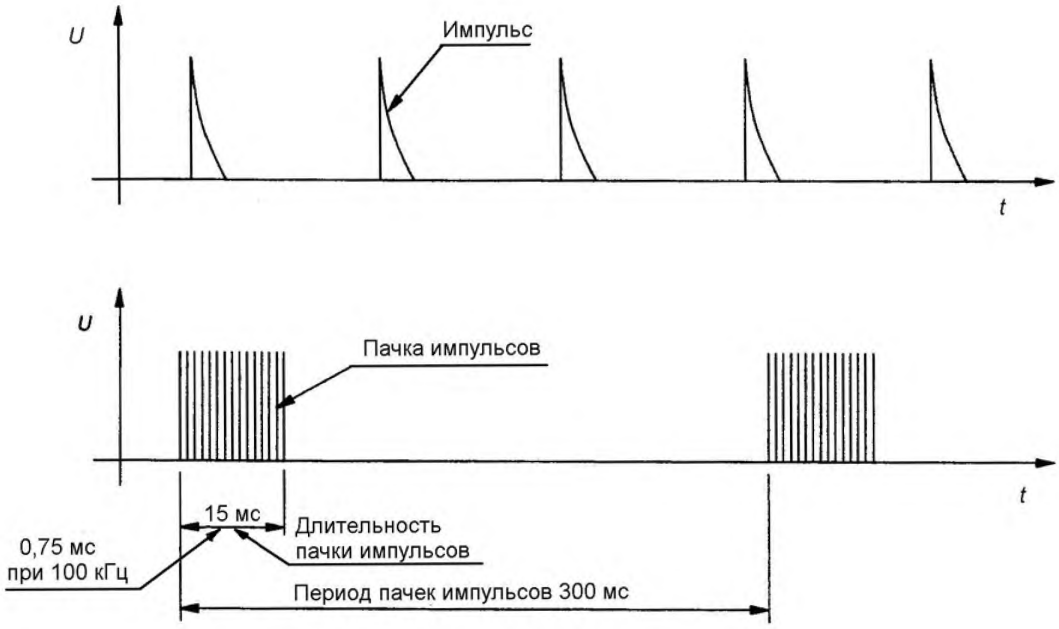


Рисунок 2 – Общий вид пачек НИП

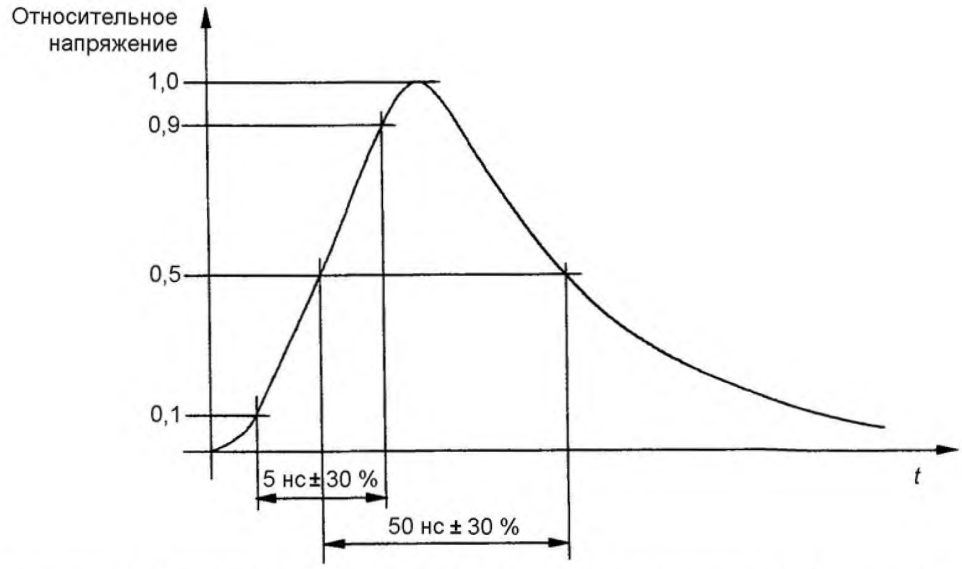
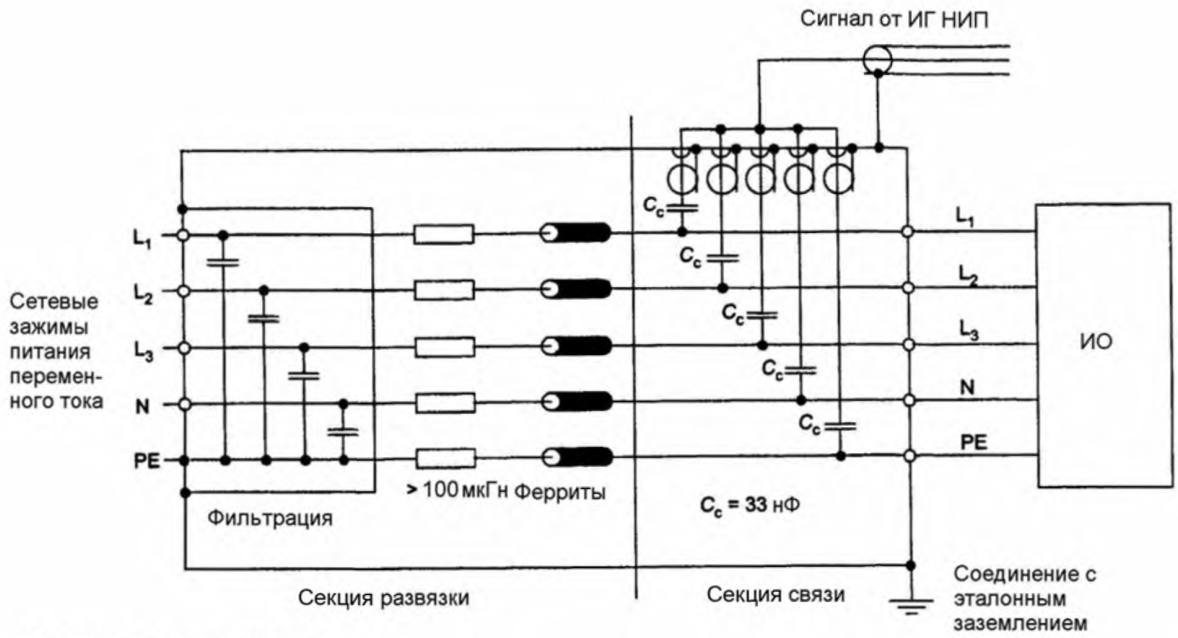
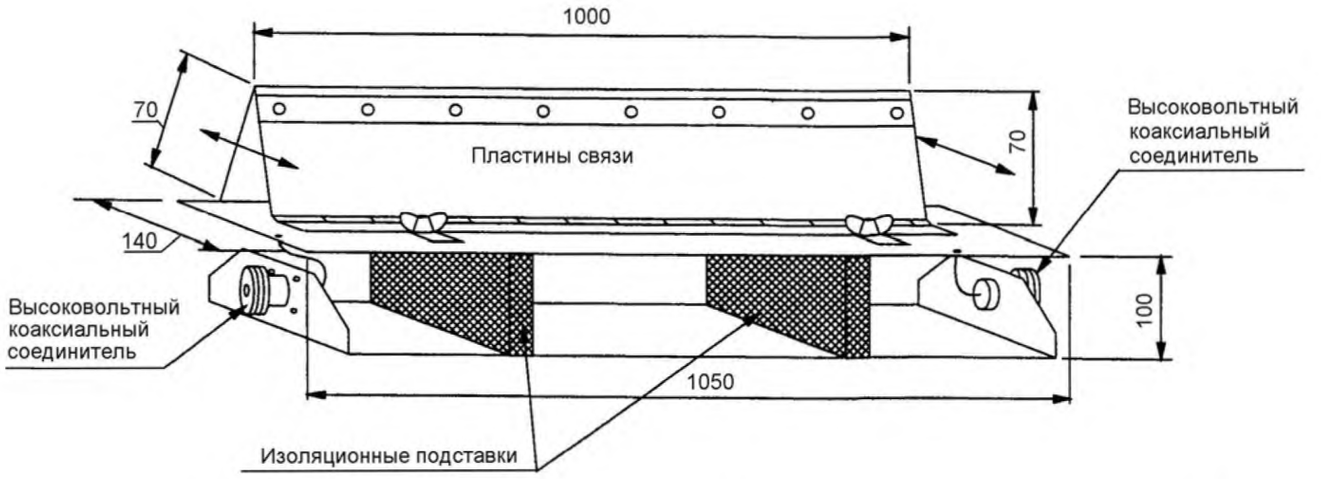


Рисунок 3 – Типовая форма одиночного импульса напряжения на нагрузке 50 Ом



L_1, L_2, L_3 – фазные провода;
N – нейтральный провод;
PE – защитное заземление;
C_c – конденсатор связи

Рисунок 4 – УСР для портов электропитания переменного/постоянного тока



Внимание! Расстояние между секцией связи и всеми другими проводящими конструкциями, кроме испытуемого кабеля и пластины заземления, должно быть более 0,5 м.

Рисунок 5 – Конструкция емкостных клещей связи

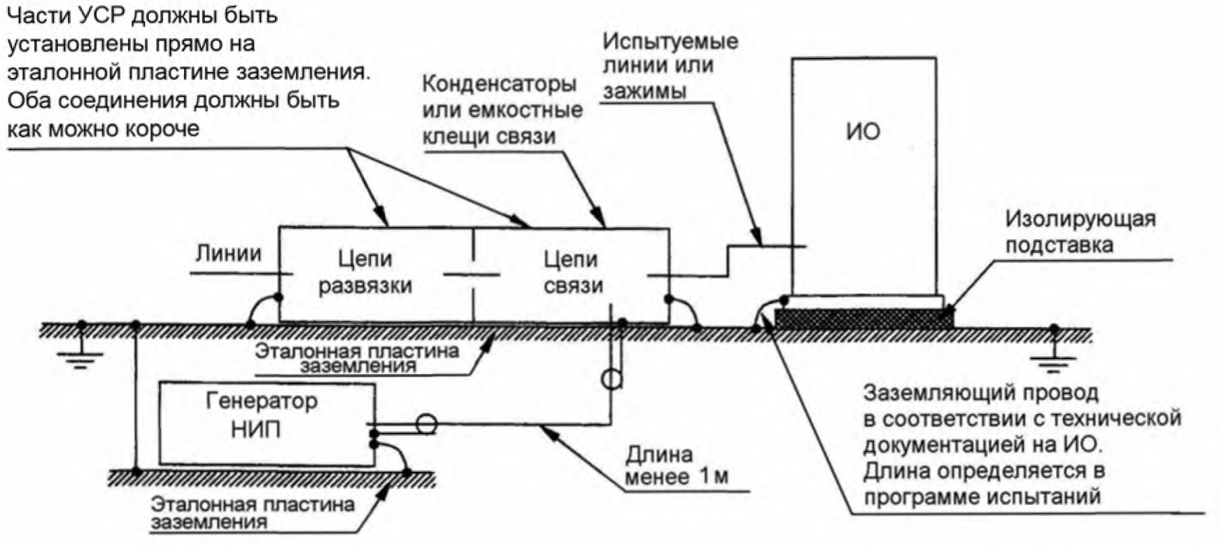
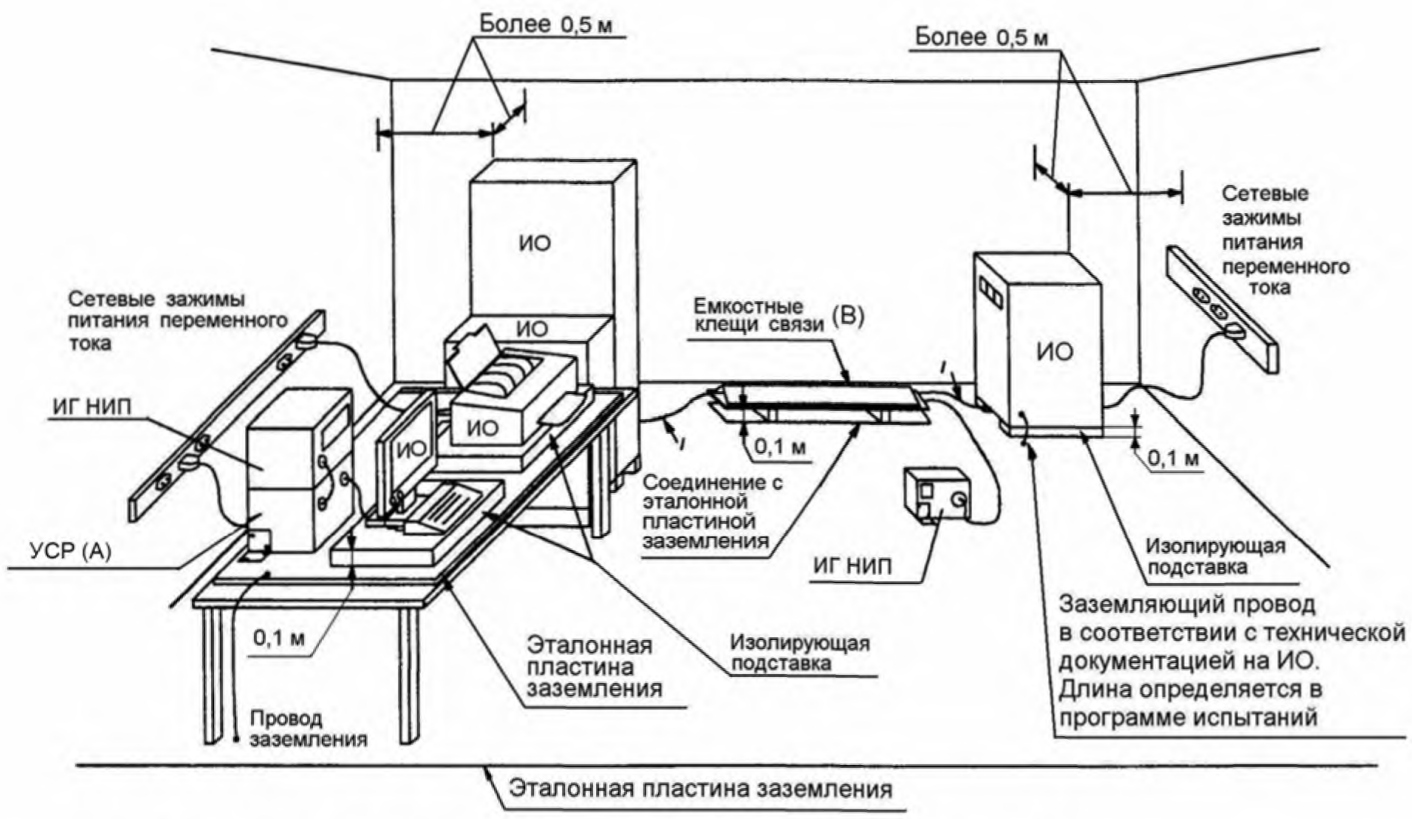
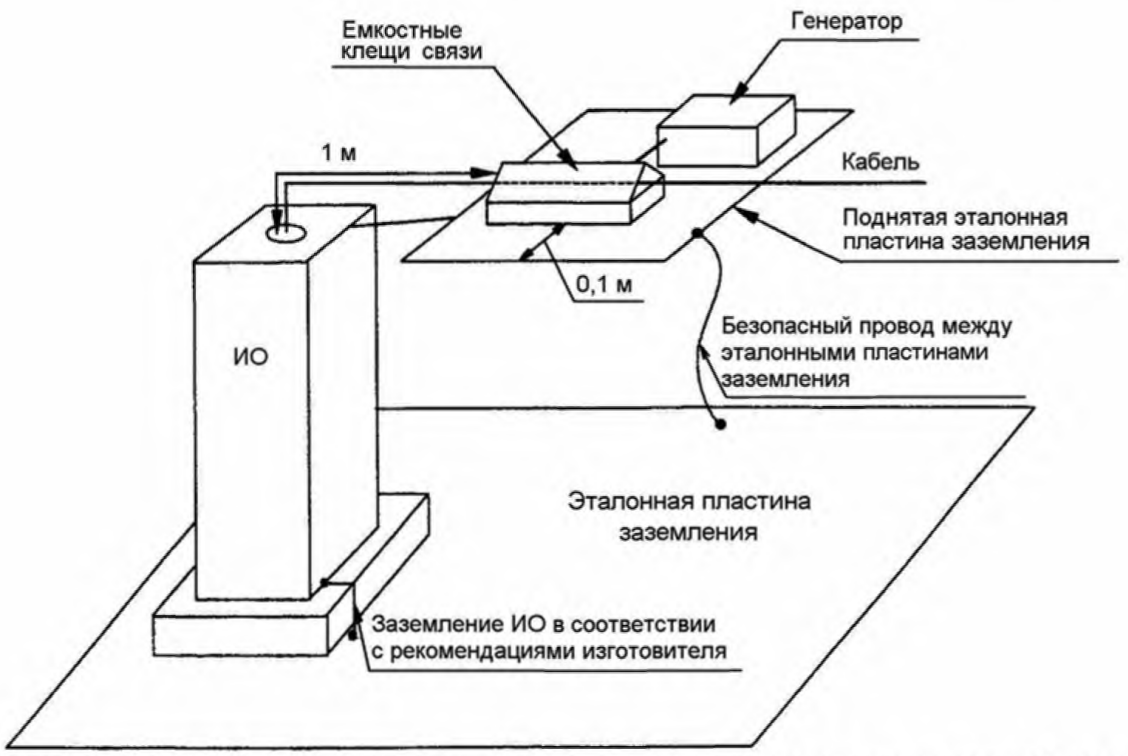


Рисунок 6 – Блок-схема испытаний на помехоустойчивость к НИП



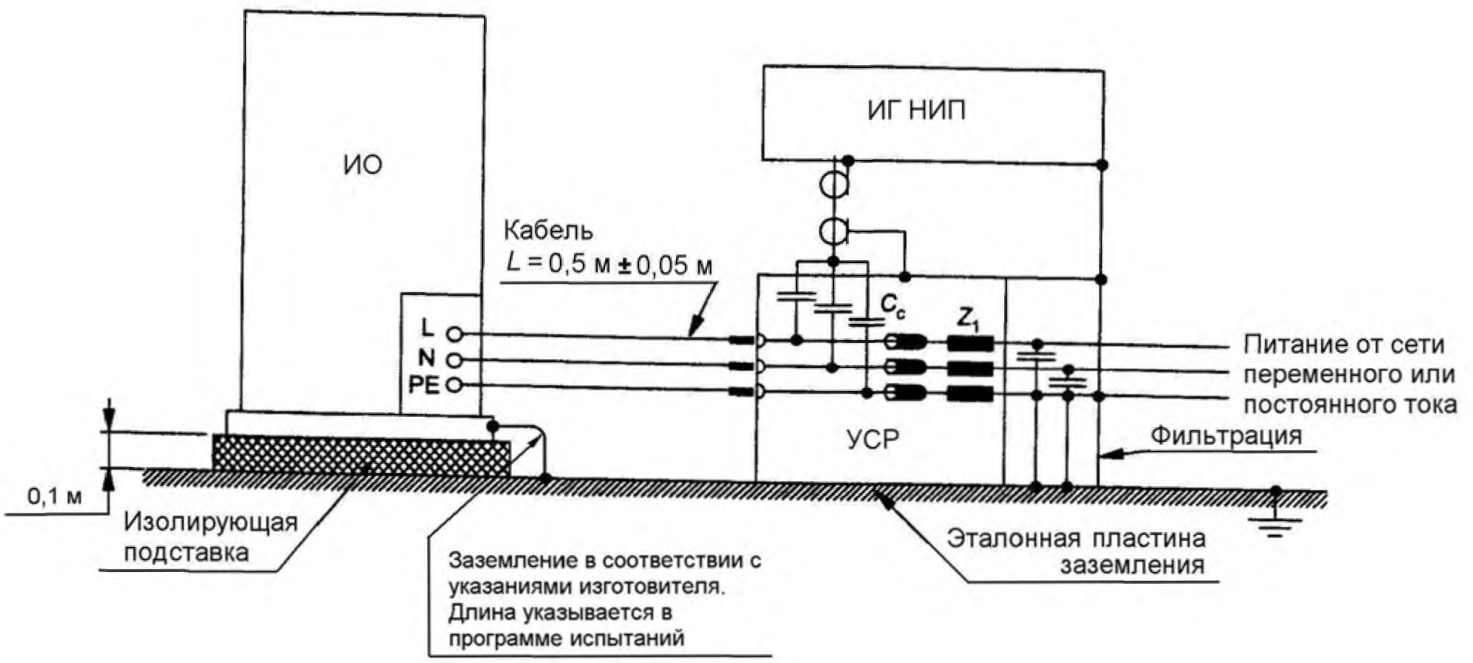
l – длина между емкостными клещами и ИО при испытании равна (0,5 ± 0,05) м;
(А) – размещение развязки для силовой линии питания;
(В) – размещение развязки для сигнальной линии

Рисунок 7 – Организованное место для испытаний в испытательной лаборатории



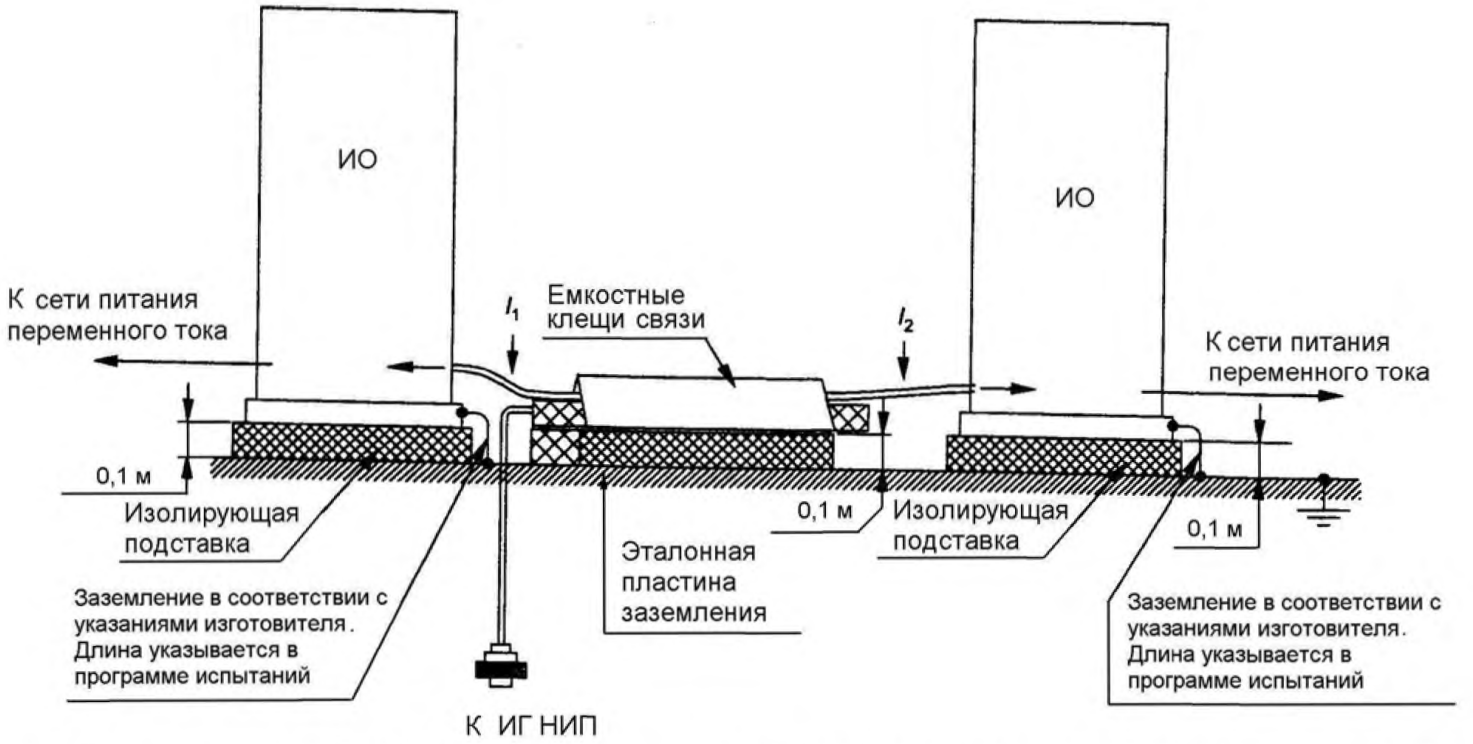
Примечание – Емкостные клещи связи могут быть размещены на стене экранированной камеры или любой другой заземленной поверхности и подсоединены к ИО. Для крупногабаритных напольных систем с кабелями, входящими через верх, емкостные клещи связи могут быть центрированы на 10 см над ИО и иметь кабели, снижающиеся через центр плоскости.

Рисунок 8 – Пример организованного места для собранного в стойку оборудования



L – фазный провод;
N – нейтральный провод;
PE – защитное заземление;
Z_1 – развязывающая индуктивность;
C_c – конденсатор связи

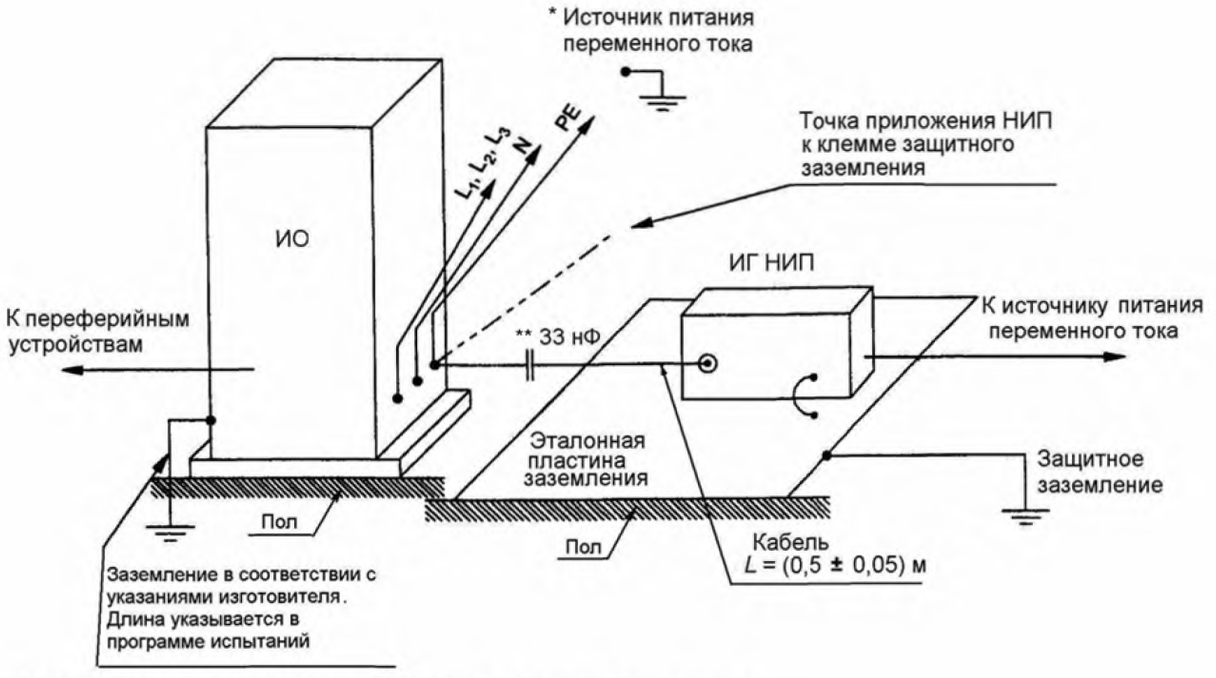
Рисунок 9 – Пример организованного места для испытаний в испытательной лаборатории при подаче НИП на порты и зажимы электропитания переменного и постоянного тока



Когда испытываются оба ИО последовательно: $l_1 = l_2 = (0,5 \pm 0,05)$ м между емкостными клещами и ИО. Когда испытывается только одно ИО, то устройство развязки должно быть установлено между емкостными клещами и ИО, которое не испытывается.

Примечание – ИГ НИП должен быть соединен с эталонной пластиной заземления.

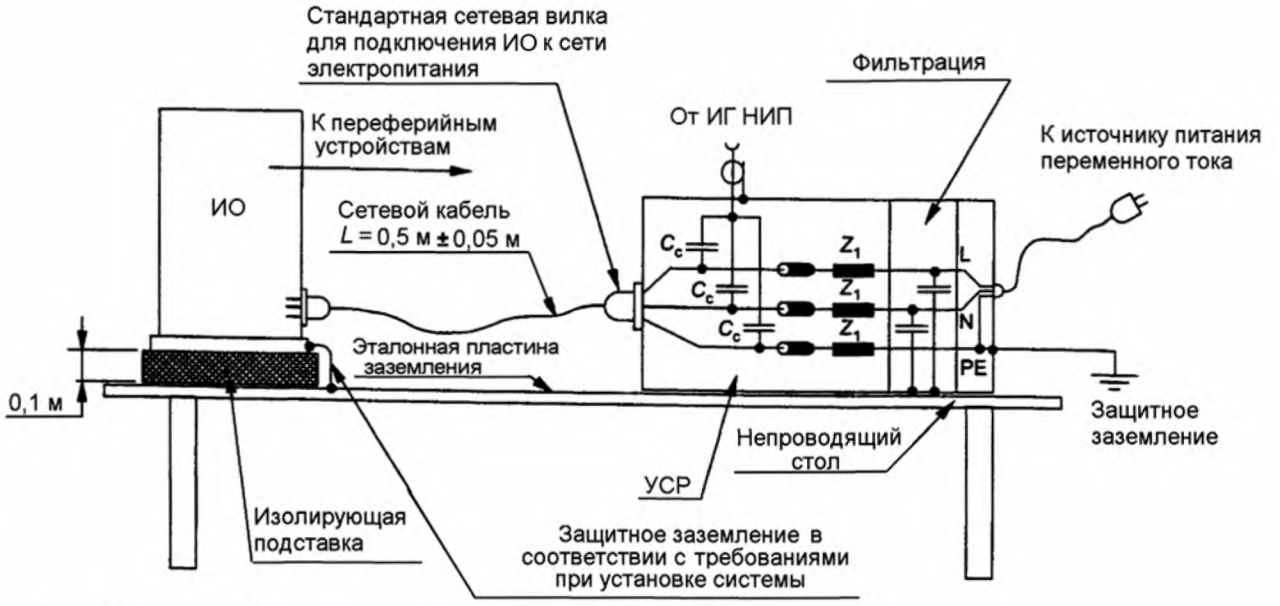
Рисунок 10 – Пример организованного места для испытаний в испытательной лаборатории при подаче НИП через емкостные клещи связи



* Зажимы питания постоянным током испытываются аналогично.
** Разделительный конденсатор применяют при необходимости.

L_1, L_2, L_3 – фазные провода;
N – нейтральный провод;
PE – защитное заземление

Рисунок 11 – Пример организованного места для испытаний стационарного напольного ИО на месте эксплуатации при подаче НИП на порты электропитания переменного и постоянного тока и защитного заземления



L – фазный провод;
N – нейтральный провод;
PE – защитное заземление;
Z_1 – развязывающая индуктивность > 100 мкГн;
C_c – конденсатор связи = 33 нФ

Примечание – Кабели силового электропитания и сигнальные кабели могут быть длиной вплоть до 1 м, если иное не указано в стандартах на изделие или группу изделий.

Рисунок 12 – Пример организованного места для испытаний нестационарного ИО на месте эксплуатации при подаче НИП на порты электропитания переменного тока и защитного заземления

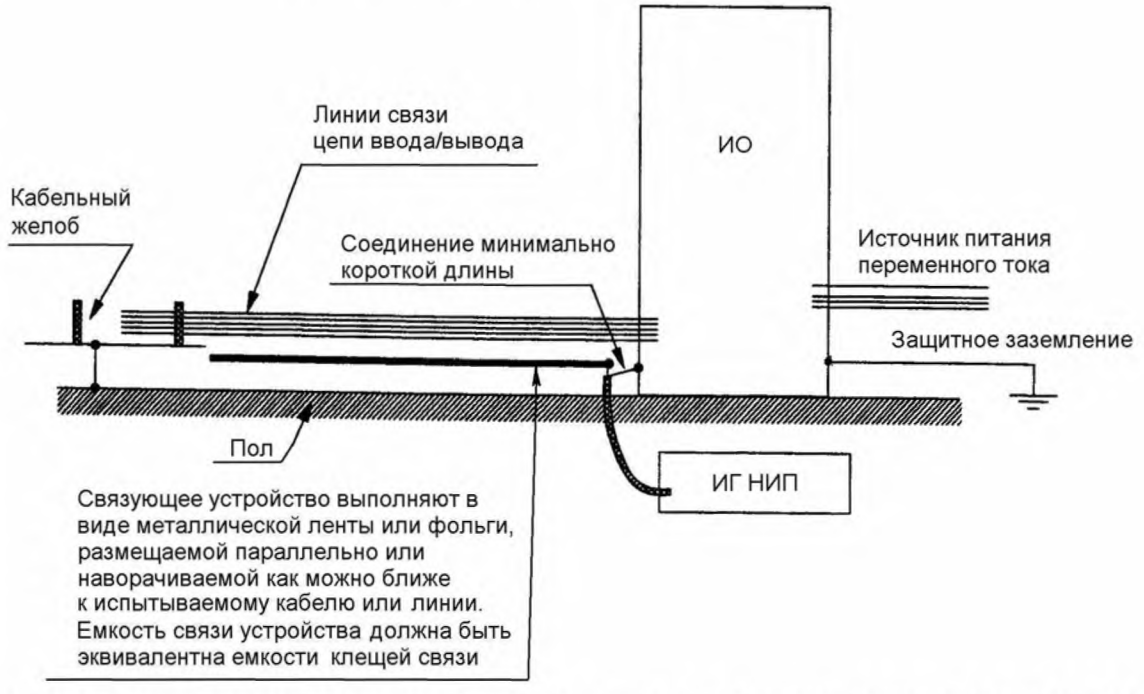


Рисунок 13 – Пример организованного места для испытаний на месте эксплуатации с подачей НИП на порты связи и порты ввода/вывода сигналов без использования емкостных клещей связи

Приложение А
(справочное)

Информация о переходных процессах

А.1 Введение

НИП генерируются при переключениях индуктивных нагрузок. Этот вызванный коммутацией переходной процесс относят к быстрым переходным процессам и может быть охарактеризован на основе:

– длительности пачки импульсов, которая преимущественно определяется энергией, накопленной в индуктивности перед коммутацией;

– частоты повторения отдельных переходных процессов;

– изменения амплитуды переходных процессов, составляющих пачку импульсов, определяются главным образом механическими и электрическими характеристиками коммутируемого контакта (скорость размыкания контактов, способность контактов выдерживать напряжение при разомкнутом состоянии).

В общем НИП не имеет однозначных параметров, что зависит от характеристик коммутируемого контакта или коммутируемой нагрузки.

А.2 Амплитуда импульса

Уровень импульсов, измеренных на проводах линии, может иметь такое же значение, как при гальваническом соединении этой линии с переключающим контактом. В случае схем силового электропитания и некоторых схем управления это может быть справедливо поблизости (на расстоянии порядка 1 м) от контактов. В этом случае помеха передается за счет индукции (например, емкостной). Амплитуда является частью уровня, измеренного на контактах.

А.3 Длительность фронта

Расстояние от источника, как установлено, увеличивается и форма импульсов изменяется вследствие потерь на распространение, рассеяние и отражение из-за искажений, вызванных подключением нагрузок. Длительность фронта 5 нс принята в качестве компромисса для характеристик испытательного генератора, принимая в расчет эффект затухания высокочастотных составляющих при распространении импульсов.

Более короткая длительность фронта импульса, например 1 нс, дает более благоприятные результаты испытаний, что в основном правомерно в отношении оборудования, имеющего короткие соединения в области, относящейся к источнику НИП.

Примечание – Действительное значение длительности фронта импульсов НИП от источника (в диапазоне напряжений от 500 В до 4 кВ и более) очень близко к фронту импульса электростатического разряда (в воздухе); механизм воздействия разряда является одинаковым.

А.4 Длительность импульса

Длительность импульсов в реальных условиях эксплуатации значительно отличается от той, что указана как в первой, так и во второй редакции МЭК 61000-4-4. Тем не менее это согласуется с длительностью импульсов, измеренных как наведенные напряжения в подвергаемых воздействию НИП схемах, вследствие меньшего влияния низкочастотных составляющих импульсов.

А.5 Частота повторения импульсов

Частота повторения импульсов зависит от многих параметров, например от:

– постоянной времени схемы заряда (сопротивление, индуктивность и распределенная емкость коммутируемой индуктивной нагрузки);

– постоянной времени коммутируемой схемы, включая полное сопротивление линии, соединяющей эту нагрузку с коммутируемым контактом;

– скорости размыкания контакта;

– способности контактов выдерживать напряжение при разомкнутом состоянии.

Следовательно, частота повторения импульсов является изменяемой и диапазон в одну декаду или более является вполне обычным.

Примечание – На практике частота повторения 100 кГц может быть выбрана для испытаний как компромиссная частота повторения из-за необходимости включения в одно испытание диапазона большинства существенных параметров НИП.

А.6 Количество импульсов в пачке и длительность пачки

Эти параметры зависят от энергии, запасенной коммутируемой индуктивной нагрузкой, а также способностью контактов выдерживать напряжение при разомкнутом состоянии.

Количество импульсов в пачке прямо зависит от частоты повторения импульсов и длительности пачки импульсов. Измеренные результаты большинства длительностей пачек импульсов составляют около 2 мс, за исключением смачиваемых ртутью контактов реле, использование которых не является таким обычным, как для других типов, рассмотренных в настоящем стандарте.

Примечание – Длительность 0,75 мс выбрана в качестве эталонного времени при испытании на частоте 100 кГц. Соответственно, 75 – это получающееся в результате количество импульсов в пачке.

Приложение В
(справочное)

Выбор испытательных уровней

Испытательные уровни выбирают исходя из наиболее реальных условий эксплуатации и условий окружающей среды. Эти испытательные уровни указаны в разделе 5 настоящего стандарта.

Испытания на помехоустойчивость соотносят с этими испытательными уровнями, чтобы установить уровень качества функционирования для окружающей обстановки, в которой оборудование предназначено функционировать.

Для испытаний портов ввода/вывода, управляющих, сигнальных и информационных портов ИО используют импульсные помехи с амплитудой, равной половине амплитуды НИП, подаваемых на цепи электропитания.

Необходимо применять следующие основанные на общей практике рекомендации по выбору испытательных уровней НИП в соответствии с требованиями электромагнитной обстановки:

a) Испытательный уровень 1: хорошо защищенная электромагнитная обстановка, характеризуемая следующими свойствами:

– подавлением НИП в коммутируемых цепях электропитания и управления;

– разделением между линиями силового электропитания (переменного и постоянного тока) и управляющими и измерительными цепями;

– применением экранированных кабелей электропитания с экранами, заземленными с обоих концов на эталонное заземление установки, и фильтрацией подаваемого электропитания.

Примером условий, соответствующих испытательному уровню 1, может служить электромагнитная обстановка в компьютерных залах.

Для данного испытательного уровня при проведении испытаний в испытательных лабораториях ограничиваются воздействием НИП на порты электропитания, а в условиях эксплуатации – воздействием на порты заземления ИО.

b) Испытательный уровень 2: защищенная электромагнитная обстановка, характеризуемая следующими свойствами:

– частичным подавлением НИП в цепях силового электропитания и управления, которые переключаются только с помощью реле (но не контакторами);

– недостаточным разделением цепей, связанных с более жестким уровнем электромагнитной обстановки, от других промышленных цепей, применяемых в промышленной электромагнитной обстановке;

– физическим разделением неэкранированных кабелей силового электропитания и управления от кабелей ввода/вывода сигналов и связи.

Примером условий, соответствующих испытательному уровню 2, может служить электромагнитная обстановка в помещении для контроля и управления на промышленном или энергетическом предприятии.

c) Испытательный уровень 3: типовая промышленная электромагнитная обстановка, характеризуемая следующими свойствами:

– отсутствием подавления НИП в цепях силового электропитания и управления, которые переключаются только с помощью реле (но не контакторами);

– недостаточным разделением промышленных цепей от других цепей, связанных с более жестким уровнем электромагнитной обстановки;

– применением выделенных кабелей для силового электропитания, управления, сигнальных и коммуникационных линий;

– недостаточным разделением между кабелями силового электропитания, управления, сигнальными и коммуникационными линиями;

– наличием системы заземления, использующей проводящие каналы, проводники заземления в кабельных желобах (соединенных с системой защитного заземления) и контура заземления.

Примером условий, соответствующих испытательному уровню 3, может служить электромагнитная обстановка на энергетических предприятиях и релейных помещениях на подстанциях воздушных линий высокого напряжения.

d) Испытательный уровень 4: тяжелая промышленная электромагнитная обстановка, характеризуемая следующими свойствами:

– отсутствием подавления НИП в цепях силового электропитания, управляющих и питающих цепях, которые переключаются как с помощью реле, так и контакторов;

– отсутствием разделения цепей, связанных с более жестким уровнем электромагнитной обстановки, от других цепей, применяемых в промышленной электромагнитной обстановке;

– отсутствием разделения между кабелями силового электропитания, управления и кабелями ввода/вывода сигналов и связи;

– использованием общих многожильных кабелей для цепей управления и цепей ввода/вывода.

Примером условий, соответствующих испытательному уровню 4, может служить электромагнитная обстановка для технологического оборудования вне помещений, для которого не приняты меры снижения помех, а также электромагнитная обстановка силовых подстанций, коммутационного оборудования воздушных линий высокого напряжения с рабочим напряжением до 500 кВ.

e) Испытательный уровень 5: специальные условия эксплуатации.

В зависимости от большей или меньшей степени разделения источников помех от цепей оборудования, кабелей, линий и т. д., а также качества установок, может потребоваться использование более высокого или более низкого испытательного уровня для определенной электромагнитной обстановки, чем указано выше. Следует учитывать, что линии от оборудования, работающего в более жестких условиях электромагнитной обстановки, могут проходить сквозь среду с менее жесткими условиями электромагнитной обстановки.

Библиография

IEC 60050-300:2001 (МЭК 60050-300:2001)	International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument (Международный электротехнический словарь (МЭС). Электрические и электронные измерения и измерительные приборы. Часть 311. Общие термины, относящиеся к измерениям. Часть 312. Общие термины, относящиеся к электрическим измерениям. Часть 313. Типы электрических измерительных приборов. Часть 314. Специфические термины, соответствующие типу приборов
IEC 61000-4-4:1995 (МЭК 61000-4-4:1995)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 4. Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам)

Ответственный за выпуск В.Л. Гуревич

Сдано в набор 16.01.2007. Подписано в печать 13.03.2007. Формат бумаги 60×84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 3,14 Уч.- изд. л. 1,25 Тираж экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение
НП РУП «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
Лицензия № 02330/0133084 от 30.04.2004.
220113, г. Минск, ул. Мележа, 3.