МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 61000-4-34— 2016

Электромагнитная совместимость (ЭМС)

Часть 4-34

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ

Испытания на устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания оборудования с потребляемым током более 16 А на фазу

(IEC 61000 4-34:2009, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Закрытым акционерным обществом «Научно-испытательный центр «САМТЭС» и Техническим комитетом по стандартизации ТК 30 «Электромагнитная совместимость технических средств» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 29 февраля 2016 г. № 85-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2016 г. № 1467-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 61000-4-34—2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2017 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61000-4-34:2009 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-34. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания оборудования с потребляемым током более 16 А на фазу» [«Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-34: Testing and measurement techniques — Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with mains current more than 16 A per phase», IDT].

Международный стандарт IEC 61000-4-34:2009 подготовлен Подкомитетом 77А «Низкочастотные электромагнитные явления» Технического комитета ТК 77 IEC «Электромагнитная совместимость».

Настоящее объединенное издание стандарта IEC 61000-4-34:2009 включает в себя первое издание, опубликованное в 2005 г., Изменение 1 (2009 г.) и техническую поправку 1, опубликованную в 2009 г.

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты» (по состоянию на 1 января текущего года), а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, 2016

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 2
3 Термины и определения . . . 2
4 Общие положения . . . 3
5 Испытательные уровни . . . 4
5.1 Провалы и кратковременные прерывания напряжения электропитания . . . 4
5.2 Изменения напряжения электропитания (необязательные требования) . . . 5
6 Испытательное оборудование . . . 6
6.1 Испытательный генератор . . . 6
6.2 Источник электропитания . . . 8
7 Испытательная установка . . . 8
8 Процедуры испытаний . . . 8
8.1 Опорные условия в лаборатории . . . 9
8.2 Проведение испытаний . . . 9
9 Оценка результатов испытаний . . . 11
10 Отчет об испытаниях . . . 11
Приложение А (обязательное) Пиковое значение нагрузочного тока испытательного генератора . . . 13
Приложение В (справочное) Классы электромагнитной обстановки . . . 15
Приложение С (справочное) Векторы напряжений для испытаний трехфазных систем . . . 16
Приложение D (справочное) Испытательное оборудование . . . 21
Приложение Е (справочное) Испытания на устойчивость к провалам напряжения электропитания оборудования с большим током потребления . . . 23
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам . . . 25
Библиография . . . 26

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 электромагнитной эмиссии, 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:

руководства по установке, методы и устройства помехоподавления;

- часть 6. Общие стандарты;
- часть 9. Разное.

Каждая часть далее подразделяется на несколько частей, опубликованных либо в качестве международных стандартов или технических требований, или технических отчетов, некоторые из которых были уже опубликованы как разделы. Остальные будут опубликованы с указанием номера части, за которым следует дефис, а затем номер раздела (например, IEC 61000-6-1).

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Электромагнитная совместимость (ЭМС)

Часть 4-34

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ

Испытания на устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания оборудования с потребляемым током более 16 А на фазу

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-34. Testing and measurement techniques. Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with mains current more than 16 A per phase

Дата введения — 2017—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы испытаний на помехоустойчивость и диапазон предпочтительных испытательных уровней при воздействии провалов, кратковременных прерываний и изменений напряжения электропитания для электрического и электронного оборудования, подключаемого к низковольтным электрическим сетям.

Требования настоящего стандарта применяют для электрического и электронного оборудования с номинальным потребляемым током более 16 А на фазу (см. приложение Е для руководства по электрическому и электронному оборудованию мощностью более 200 А на фазу). К области распространения стандарта относится оборудование, устанавливаемое в жилых зонах, а также промышленное оборудование, для которых характерны провалы, кратковременные прерывания и изменения напряжения электропитания при подключении к однофазным и трехфазным электрическим сетям переменного тока частотой 50 или 60 Гц.

Примечание 1 — Для оборудования с номинальным потребляемым током, не превышающим 16 А на фазу, применяют IEC 61000-4-11.

Примечание 2 — Настоящий стандарт не устанавливает верхний предел номинального потребляемого тока. Однако в некоторых странах максимальный номинальный ток сети может быть ограничен, например, значением 75 или 250 А в соответствии с обязательными требованиями стандартов безопасности.

Настоящий стандарт не распространяется на электрическое и электронное оборудование, подключаемое к электрическим сетям переменного тока частотой 400 Гц. Испытания оборудования, подключаемого к таким сетям, будут рассмотрены в будущих стандартах IEC.

Настоящий стандарт имеет цель установить общую основу для оценки помехоустойчивости электрического и электронного оборудования при воздействии провалов, кратковременных прерываний и изменений напряжения электропитания.

Примечание 1 — Колебания напряжения электропитания рассмотрены в IEC 61000-4-14.

Примечание 2 — Приобретение испытательного оборудования для испытаний оборудования с номинальным потребляемым током более 250 А может быть затруднено. В этом случае возможность применения требований настоящего стандарта должна быть тщательно рассмотрена техническими комитетами, ответственными за разработку общих стандартов, стандартов на группы продукции и стандартов на продукцию конкретного вида. Настоящий стандарт допускается использовать также в качестве основы для соглашения о критериях качества функционирования между изготовителем и пользователем.

Издание официальное

Метод испытаний, документированный в настоящем стандарте, представляет собой согласованный метод оценки устойчивости оборудования или системы к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания. В соответствии с Руководством IEC 107 настоящий стандарт является основополагающим стандартом ЭМС для применения техническими комитетами IEC, разрабатывающими стандарты на продукцию. Руководство IEC 107 устанавливает также, что технические комитеты, разрабатывающие стандарты на продукцию, ответственны за определение необходимости применения настоящего стандарта для испытаний на помехоустойчивость и (в случае его применения) за выбор испытательных уровней. ТК 77 и его подкомитеты готовы к сотрудничеству с техническими комитетами IEC, разрабатывающими стандарты на продукцию, в оценке уровней конкретных испытаний на помехоустойчивость для соответствующих видов продукции.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

IEC 60050-161, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 161: Electromagnetic compatibility

Международный электротехнический словарь. Глава 161. Электромагнитная совместимость

IEC 61000-2-8, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 2-8: Environment — Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results

Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 2-8. Электромагнитная обстановка. Провалы напряжения и кратковременные прерывания в общественных системах электроснабжения со статистическими результатами измерений

IEC 61000-4-30, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-30: Testing and measurement techniques — Power quality measurement methods

Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-30. Методы испытаний и измерений. Методы измерения качества электрической энергии

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по IEC 60050-161, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **основополагающий стандарт ЭМС** [basic EMC standard (ACEC)[1)]]: Стандарт, устанавливающий общие и основные условия или правила для достижения ЭМС, которые связаны или применимы ко всей продукции и системам, и служат в качестве базовых документов для комитетов, разрабатывающих стандарты на продукцию.

3.2 **устойчивость (к электромагнитной помехе)** [immunity (to a disturbance)]: Способность устройства, оборудования или системы функционировать без ухудшения качества при наличии электромагнитной помехи.

[IEV 161-01-20]

3.3 **провал напряжения** (voltage dip): Резкое понижение напряжения в определенной точке системы электроснабжения ниже заданного для провалов напряжения порогового значения с последующим возвращением к исходному значению через короткий промежуток времени.

Примечание 1 — Обычно провал напряжения связывают с появлением и окончанием короткого замыкания или иного экстремального увеличения тока в системе электроснабжения или в установках, подключенных к ней.

Примечание 2 — Провал напряжения представляет собой двумерную электромагнитную помеху, интенсивность которой определяется как ее напряжением, так и длительностью.

3.4 **кратковременное прерывание напряжения** (short interruption): Резкое понижение напряжения во всех фазах в определенной точке системы электроснабжения ниже порогового значения, установленного для прерываний напряжения, с последующим возвращением к исходному значению через короткий промежуток времени.

---

1) Консультативный комитет по электромагнитной совместимости (ACEC).

Примечание — Кратковременные прерывания напряжения обычно связаны с процессами коммутации, вызванными появлением и окончанием коротких замыканий в системе электроснабжения или установках, подключенных к ней.

3.5 **остаточное напряжение (напряжение при провале)** [residual voltage (of voltage dip)]. Минимальное среднеквадратичное значение напряжения, зарегистрированное во время провала или кратковременного прерывания напряжения.

Примечание — Остаточное напряжение может быть выражено в вольтах, а также в процентах или долях опорного напряжения.

3.6 **нарушение функционирования** (malfunction): Прекращение выполнения оборудованием установленных функций или выполнение несвойственной функции.

3.7 **калибровка** (calibration): Совокупность операций, устанавливающих посредством ссылок на стандарты соотношение, существующее при определенных условиях между показанием и результатом измерения.

Примечания

1 Термин основан на подходе неопределенности измерений.

2 Соотношение между показаниями и результатами измерения в принципе может быть выражено калибровочной диаграммой.

[IEV 311-01-09]

3.8 **проверка** (verification): Совокупность операций, которые используются для проверки системы испытательного оборудования (например, испытательного генератора и соединительных кабелей) и доказывания того, что испытательная система функционирует в пределах допустимых отклонений характеристик, приведенных в разделе 6.

Примечания

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

2 Условия по 6.1.2 рассматриваются в качестве руководства, обеспечивающего корректную работу испытательного генератора и другого оборудования, образующих испытательную установку, так чтобы к испытуемому оборудованию (ИО) подводился сигнал установленной формы.

3 Для целей настоящего основополагающего стандарта ЭМС данное определение отличается от определения, приведенного в IEV 311-01-13.

4 Общие положения

Электрическое и электронное оборудование может подвергаться воздействию провалов напряжения, кратковременных прерываний и изменений напряжения электропитания.

Провалы и кратковременные прерывания напряжения возникают из-за неисправностей в электрических сетях, вызываемых прежде всего короткими замыканиями (см. также IEC 61000-2-8), неисправностей в электрических установках, а также внезапного резкого изменения нагрузки. В определенных случаях могут возникать два или более последовательных провала или прерывания напряжения. Изменения напряжения вызываются плавно изменяющимися нагрузками, подключенными к сети.

На провалы и кратковременные прерывания напряжения на зажимах оборудования влияют трансформаторные соединения между точкой неисправности в системе электроснабжения и точкой подключения оборудования. Трансформаторные соединения влияют как на уровень, так и на фазовый сдвиг провала напряжения электропитания, воздействующего на оборудование.

Провалы напряжения, кратковременные прерывания и изменения напряжения электропитания случайны по своей природе и могут быть лишь кратко описаны в целях имитации в лаборатории с точки зрения отклонений от номинального напряжения электропитания и длительности этих отклонений.

Установленные в настоящем стандарте испытания различного вида предназначены для имитации воздействия внезапных изменений напряжения электропитания. Такие испытания следует проводить только в определенных и оправданных случаях в соответствии с требованиями к продукции конкретного вида или с решением технических комитетов, разрабатывающих стандарты на продукцию.

Задачами технических комитетов, разрабатывающих стандарты на продукцию, являются установление, какие из явлений, рассматриваемых в настоящем стандарте, соответствуют условиям применения продукции, а также решение вопроса о применимости испытаний.

5 Испытательные уровни

В настоящем стандарте в качестве основы для определения уровней испытательных напряжений используется номинальное напряжение электропитания оборудования U_T.

В случае если оборудование имеет номинальный диапазон напряжения электропитания, применяют следующие требования:

- если диапазон напряжения электропитания не превышает 20 % нижнего значения номинального напряжения электропитания, то любое значение напряжения в указанных пределах может быть принято в качестве основы для определения уровней испытательных напряжений U_T;
- в остальных случаях испытания проводят для верхнего и нижнего допустимых значений напряжения электропитания.

При выборе уровней испытательных напряжений и длительностей провалов и прерываний напряжения следует учитывать информацию, приведенную в IEC 61000-2-8.

5.1 Провалы и кратковременные прерывания напряжения электропитания

Изменения напряжения между значением U_T и установленным пониженным значением испытательного напряжения должны быть резкими.

Если иное не установлено техническим комитетом, разрабатывающим стандарты на продукцию, фазовый угол напряжения электропитания при начале и конце провала и прерывания напряжения должен быть равен 0° (начало и конец провала и прерывания напряжения должны соответствовать моментам перехода возрастающего фазного напряжения через нуль). Применяют следующие уровни испытательных напряжений, % U_T: 0 %, 40 %, 70 % и 80 %, что соответствует провалам или прерываниям с остаточным напряжением 0%, 40 %, 70 % и 80 %.

Предпочтительные уровни испытательных напряжений и длительности провалов напряжения указаны в таблице 1, а пример показан на рисунке 1.

Предпочтительные уровни испытательных напряжений и длительности кратковременных прерываний напряжения указаны в таблице 2.

Предпочтительные уровни испытательных напряжений и длительности провалов и прерываний напряжения, указанные в таблицах 1 и 2, учитывают информацию, приведенную в IEC 61000-2-8.

Уровни испытательных напряжений, указанные в таблице 1, являются достаточно жесткими и соответствуют многим реальным провалам напряжения электропитания, но не гарантируют устойчивости ко всем провалам напряжения электропитания.

Испытания с более жесткими уровнями, например при воздействии провалов напряжения 0 % U_T длительностью 1 с и сбалансированных трехфазных провалов напряжения, могут быть рассмотрены техническими комитетами, разрабатывающими стандарты на продукцию.

Требования к времени нарастания напряжения t_r и спада напряжения t_f при внезапном изменении напряжения электропитания установлены в таблице 4.

Уровни и длительности провалов и кратковременных прерываний напряжения электропитания при испытаниях на помехоустойчивость должны указываться в технических документах на продукцию. Испытательный уровень 0 % соответствует полному прерыванию напряжения электропитания. На практике уровень испытательного напряжения от 0 % до 20 % номинального напряжения может рассматриваться как полное прерывание.

Таблица 1 — Предпочтительные испытательные уровни и длительности провалов напряжения электропитания

Классы[a]	Испытательные уровни и и длительности провалов напряжения t_s (50/60 Гц)			
Класс 1	Устанавливают в каждом конкретном случае в соответствии с техническими документами на оборудование			
Класс 2	0 % в течение 1 периода	70 % в течение 25/30[c] периодов		
Класс 3	0 % в течение 1 периода	40 %[d] в течение 10/12[c] периодов	70 % в течение 25/30[c] периодов	80 % в течение 250/300[c] периодов
Класс X[b]	X	X	X	X
[a] Классы электромагнитной обстановки по IEC 61000-2-4 (см. приложение В).				

Окончание таблицы 1

[b] Устанавливаются техническими комитетами, разрабатывающими стандарты на продукцию. Для оборудования, подключаемого непосредственно или косвенно к общественным распределительным электрическим сетям, уровни испытательных напряжений и длительности провалов напряжения должны быть не меньше установленных в настоящей таблице для класса 2.

[c] «25/30 периодов» означает «25 периодов для испытаний на частоте 50 Гц» и «30 периодов для испытаний на частоте 60 Гц», «10/12 периодов» означает «10 периодов для испытаний на частоте 50 Гц» и «12 периодов для испытаний на частоте 60 Гц» и «250/300 периодов» означает «250 периодов для испытаний на частоте 50 Гц» и «300 периодов для испытаний на частоте 60 Гц».

[d] Испытательный уровень может быть изменен техническим комитетом, разрабатывающим стандарты на продукцию, на испытательный уровень 50 % для оборудования с номинальным напряжением питания 200 В или 208 В.

Таблица 2 — Предпочтительные испытательные уровни и длительности кратковременных прерываний напряжения электропитания

Классы[a]	Испытательные уровни и длительности кратковременных прерываний напряжения t_s (50/60 Гц)
Класс 1	Устанавливают в каждом конкретном случае в соответствии с техническими документами на оборудование
Класс 2	0 % в течение 250/300[c] периодов
Класс 3	0 % в течение 250/300[c] периодов
Класс X[b]	*X*

[a] Классы электромагнитной обстановки по IEC 61000-2-4 (см. приложение В).

[b] Устанавливаются техническими комитетами, разрабатывающими стандарты на продукцию. Для оборудования, подключаемого непосредственно или косвенно к общественным распределительным электрическим сетям, уровни испытательных напряжений и длительности провалов напряжения должны быть не меньше установленных в настоящей таблице для класса 2.

[c] «250/300 периодов» означает «250 периодов для испытаний на частоте 50 Гц» и «300 периодов для испытаний на частоте 60 Гц».

5.2 Изменения напряжения электропитания (необязательные требования)

Настоящее испытание рассматривает определенный переход между номинальным напряжением U_T и измененным напряжением.

Примечание — Изменение напряжения происходит за короткий промежуток времени и может возникнуть из-за изменения нагрузки в системах электроснабжения.

Предпочтительные временные характеристики изменений напряжения приведены в таблице 3.

Скорость изменения напряжения должна быть постоянной, однако напряжение может быть ступенчатым. Ступени должны располагаться от нулевого пересечения и не должны превышать 10 % U_T. Ступени менее 1 % U_T рассматриваются как случай постоянной скорости изменения напряжения.

Таблица 3 — Временные характеристики кратковременных изменений напряжения электропитания

Испытательный уровень напряжения	Время понижения напряжения t_d	Время выдержки при пониженном напряжении t_s	Время нарастания напряжения t_r (50/60 Гц)
70 %	Резкое понижение	1 период	25/30[b] периодов
X[a]	*X*	*X*	*X*[a]

[a] Устанавливаются техническими комитетами, разрабатывающими стандарты на продукцию.

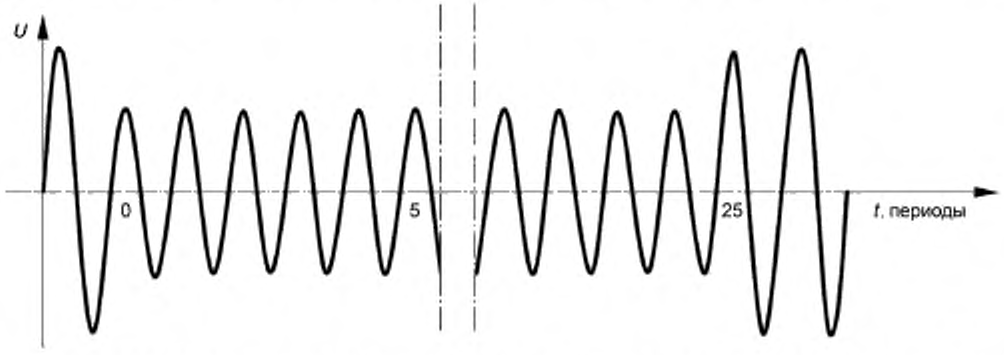
[b] «25/30 периодов» означает «25 периодов для испытаний на частоте 50 Гц» и «30 периодов для испытаний на частоте 60 Гц».

При испытаниях на устойчивость к изменениям напряжения в трехфазных системах с нейтралью или без все три фазы должны быть испытаны одновременно. Одновременные изменения напряжения в трехфазных системах синхронизированы с переходом через нуль одного из напряжений.

На рисунке 2 показано среднеквадратичное значение напряжения как функция времени.

Приведенная форма изменения напряжения является типичной для пуска электродвигателя и характеризуется малым временем уменьшения напряжения t_d и значительным временем нарастания напряжения t_i.

В обоснованных случаях могут быть применены иные значения изменений напряжения в соответствии с решением технического комитета, разрабатывающего стандарты на продукцию.



Примечание — Напряжение понижается до 70 % U_T в течение 25 периодов (50 Гц) при переходе через нуль.

Рисунок 1 — Провал напряжения 70 % U_T

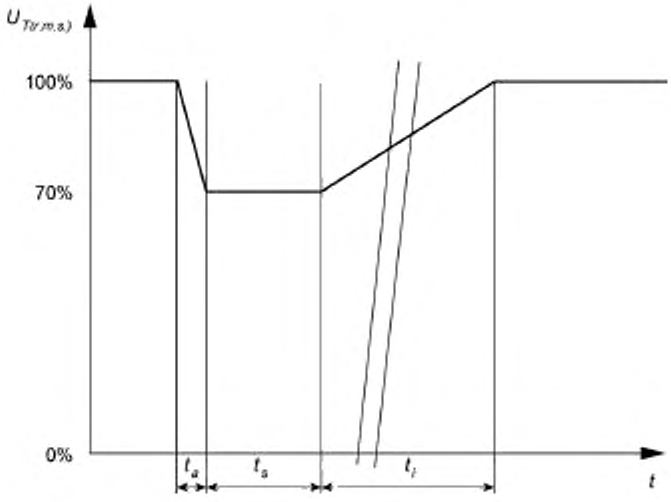


Рисунок 2 — Изменение напряжения

6 Испытательное оборудование

6.1 Испытательный генератор

Характеристики, общие для испытательных генераторов провалов, кратковременных прерываний и изменений напряжения электропитания, приведены ниже.

Примеры испытательных генераторов приведены в приложении D.

В конструкции генератора должны быть предусмотрены меры для исключения эмиссии значительных электромагнитных помех, которые при инжектировании в сеть электропитания могли бы повлиять на результаты испытаний.

Допускается использование любого генератора, создающего провалы напряжения с характеристиками (испытательный уровень и длительность), установленными настоящим стандартом, или с более жесткими характеристиками.

На выходное напряжение генератора могут оказывать влияние его характеристики, характеристики нагрузки и/или характеристики сети переменного тока, от которой питается генератор.

6.1.1 Технические характеристики и качество функционирования генератора

Таблица 4 — Требования к испытательному генератору

Характеристика генератора	Требование
Выходное напряжение без нагрузки	В соответствии с таблицей 1 ± 5 % значения остаточного напряжения
Напряжения на выходе генератора в процессе испытаний оборудования	В соответствии с таблицей 1 ±10 % значения остаточного напряжения, измеренного как среднеквадратичное значение с обновлением результатов измерения каждые 0,5 периода в соответствии с IEC 61000-4-30
Нагрузочная способность по току	См. приложение А
Характеристика пикового пускового тока (не требуется для испытаний на устойчивость к изменениям напряжения электропитания)	См. приложение А
Пиковый положительный и отрицательный выбросы напряжения на выходе генератора на резистивной нагрузке — см. примечание 1	Менее 5 % U_T
Время нарастания t_r и спада t_f напряжения при резком изменении, генератор нагружен на резистивную нагрузку — см. примечание А и примечание 1	От 1 до 5 мкс для тока ≤75 А От 1 до 50 мкс для тока >75 А
Фазовый угол, при котором провал напряжения начинается и заканчивается	От 0° до 360° при максимальном разрешении 5° — см. примечание В
Погрешность установки фазы провалов и прерываний напряжения относительно фазы напряжения электропитания	Менее ± 5°
Контроль перехода напряжения генератора через нуль	±10°
Примечание А — Указанные значения должны быть проверены с резистивной нагрузкой в соответствии с примечанием 1 после настоящей таблицы. Проверка указанных значений при подключенном испытуемом устройстве не требуется. Примечание В — Для выполнения требований, установленных в 5.1, может потребоваться регулировка фазового угла.	

Выходное полное сопротивление должно быть преимущественно активным.

Выходное сопротивление генератора испытательного напряжения должно быть низким даже во время переходов при образовании провалов. Допускается наличие высокого выходного сопротивления в течение короткого промежутка времени (не более 100 мкс) во время каждого перехода. При создании кратковременных прерываний напряжения допускается высокое сопротивление в режиме холостого хода.

Примечание 1 — Сопротивление резистивной (не индуктивной) нагрузки, применяемой при измерениях положительных и отрицательных выбросов напряжения и времени нарастания и спада напряжения, на выходе генератора должно быть 100 Ом для генераторов с нагрузочной способностью по току не более 50 А, 50 Ом — для генераторов с нагрузочной способностью по току более 50 А, но не более 100 А и 25 Ом — для генераторов с нагрузочной способностью по току более 100 А.

Примечание 2 — Для испытаний оборудования, которое регенерирует энергию параллельно нагрузке, может быть подключен внешний резистор. Дополнительная нагрузка не должна оказывать влияние на результат испытаний.

Примечание 3 — Прерывания напряжения в режиме высокого сопротивления при подключенной индуктивной нагрузке могут привести к значительным перенапряжениям.

6.1.2 Проверка характеристик генераторов провалов и кратковременных прерываний напряжения

Для обеспечения воспроизводимости результатов испытаний, полученных с применением различных испытательных генераторов, следует проводить проверку характеристик генератора. При проверке руководствуются приведенными ниже правилами.

Среднеквадратичные значения выходного напряжения генератора, составляющие 100 %, 80 %, 70 % и 40 % U_T, должны соответствовать соответствующим процентным значениям выбранного номинального напряжения: 230 В, 120 В и т. д.

Среднеквадратичные значения выходного напряжения генератора 100 %, 80 %, 70 % и 40 % должны быть измерены без нагрузки и поддерживаться в пределах установленных процентных значений U_T.

Выходное напряжение генератора следует контролировать во время испытаний как среднеквадратичное значение, обновляемое каждые 0,5 периода. Это значение должно поддерживаться в пределах заданного процента в течение всех испытаний.

Примечание — Если может быть подтверждено, что пиковое значение тока потребляемого ИО, достаточно мало и не оказывает влияния на выходное напряжение генератора, нет необходимости в мониторинге напряжения на выходе генератора в процессе испытаний.

Время нарастания и спада, а также положительный и отрицательный выбросы выходного напряжения генератора должны быть определены при фазовых сдвигах 90° и 270° при переключениях напряжения от 0 % до 100 %, от 100 % до 80 %, от 100 % до 70 %, от 100 % до 40 %, и от 100 % до 0 %.

Точность установки фазового угла должна быть проверена для переключения от 0 % до 100 % и от 100 % до 0 % для восьми фазовых углов от 0° до 315° с шагом 45°, а также для переключения от 100 % до 80 %, от 80 % до 100 %, от 100 % до 70 %, от 70 % до 100 %, от 100 % до 40 % и от 40 % до 100 % для фазовых углов 90° и 180°.

6.2 Источник электропитания

Частота испытательного напряжения должна быть в пределах ±2 % номинальной частоты сети электропитания.

7 Испытательная установка

Испытание следует проводить с ИО, подключенным к испытательному генератору с помощью кабеля электропитания минимальной длины, установленной изготовителем ИО. Если длина кабеля не установлена, используют как можно более короткий кабель, пригодный для подключения ИО.

Испытательная установка должна обеспечивать:

- провалы напряжения электропитания;
- кратковременные прерывания напряжения электропитания;
- изменения напряжения с постепенным переходом между номинальным напряжением и измененным напряжением (необязательное требование).

Примеры испытательных установок приведены в приложении D.

8 Процедуры испытаний

Во время подготовки испытательной установки и проведения испытаний необходимо соблюдать все меры предосторожности. ИО и испытательное оборудование не должны быть опасными или ненадежными в результате воздействия электромагнитных помех, установленных в настоящем стандарте. Необходимо предпринять меры предосторожности по обеспечению безопасности персонала, ИО и испытательного оборудования.

Перед началом испытаний данного ИО должен быть подготовлен план испытаний.

План испытаний должен отражать реальные условия применения оборудования.

Может потребоваться тщательный предварительный анализ для определения конфигурации системы, которая должна быть испытана для воспроизведения реальных условий эксплуатации.

Проведенные испытания должны быть указаны и описаны в отчете об испытаниях.

Рекомендуется, чтобы в плане испытаний были отражены:

- обозначение типа ИО;
- сведения о возможных соединениях (разъемах, клеммах и т. д.) и соответствующих кабелях и периферийных устройствах;
- сведения о входном порте электропитания оборудования;
- информация о требованиях к пусковому току оборудования;
- представительные режимы функционирования оборудования для испытаний;
- применяемые и установленные в технических документах на оборудование критерии качества функционирования;
- режим(ы) работы оборудования;
- описание испытательной установки.

При отсутствии источников сигналов, обеспечивающих функционирование ИО, допускается заменять их имитаторами.

При проведении испытаний фиксируют каждое ухудшение качества функционирования. Оборудование, используемое для контроля состояния ИО, должно быть способно отражать любые изменения режима и характеристик функционирования ИО как во время, так и по окончании испытаний. По завершении каждой группы испытаний проводят полную проверку функциональных характеристик ИО.

8.1 Опорные условия в лаборатории

8.1.1 Климатические условия

Если иное не установлено техническими комитетами, ответственными за разработку общих стандартов и стандартов на продукцию, климатические условия в лаборатории должны соответствовать всем предельным значениям, установленным соответствующими изготовителями для функционирования ИО и испытательного оборудования.

Испытания не проводят, если на поверхности ИО или испытательного оборудования из-за повышенной влажности возникает конденсация влаги.

Примечание — Если существуют достаточные основания полагать, что явление, относящееся к области применения настоящего стандарта, вызывается климатическими условиями, то данные сведения должны быть приняты во внимание техническим комитетом, ответственным за разработку настоящего стандарта.

8.1.2 Электромагнитные условия

Электромагнитные условия в лаборатории должны быть такими, чтобы гарантировать правильное функционирование ИО и отсутствие влияния на результаты испытаний.

8.2 Проведение испытаний

Во время проведения испытаний следует контролировать напряжение электропитания для его поддержания с точностью 2 %.

8.2.1 Провалы и кратковременные прерывания напряжения

ИО должно быть подвергнуто испытаниям при подаче для каждой выбранной комбинации испытательного напряжения и длительности последовательностью из трех провалов/прерываний напряжения с интервалами не менее 10 с (между каждым испытательным воздействием). Испытывают каждый представительный режим функционирования.

Для провалов напряжения изменения напряжения питания должны происходить при фазовом угле 0° (момент перехода возрастающего фазного напряжения через нуль). Дополнительные фазовые углы, рассматриваемые как критические, могут быть выбраны техническими комитетами по стандартизации или установлены в технических документах на продукцию из предпочтительного ряда: 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315° в каждой фазе.

Для кратковременных прерываний напряжения фазовый угол начала прерывания должен быть определен техническим комитетом, разрабатывающим стандарты на продукцию, исходя из условия наибольшей восприимчивости к прерываниям напряжения. Если данный фазовый угол не установлен, рекомендуется использовать фазовый угол 0° для одной из фаз.

Испытания трехфазных систем на устойчивость к кратковременным прерываниям напряжения проводят в трех фазах одновременно по 5.1.

Испытания однофазных систем на устойчивость к провалам напряжения проводят по 5.1. При этом проводят одну серию испытаний.

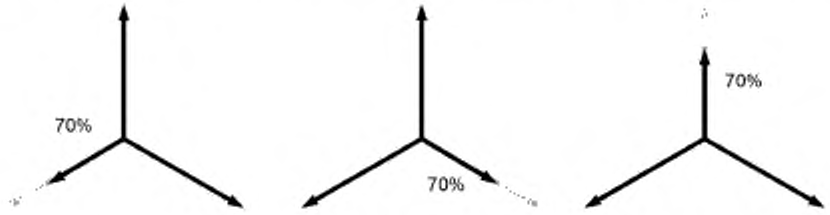
Испытания на устойчивость к провалам напряжения трехфазных систем с нейтральным проводом проводят для каждого из напряжений «фаза—нейтраль» и «фаза—фаза» по отдельности по 5.1. Всего проводят шесть различных серий испытаний [см. рисунки 3a), b) и c)].

Испытания на устойчивость к провалам напряжения трехфазных систем без нейтрального провода проводят для каждого из напряжений «фаза—фаза» по отдельности по 5.1. Всего проводят три различных серии испытаний [см. приложение С, а также рисунки 3b) и c)].

Примечание 1 — При испытаниях трехфазных систем во время провала одного из напряжений «фаза—фаза» будут происходить изменения одного или двух других напряжений.

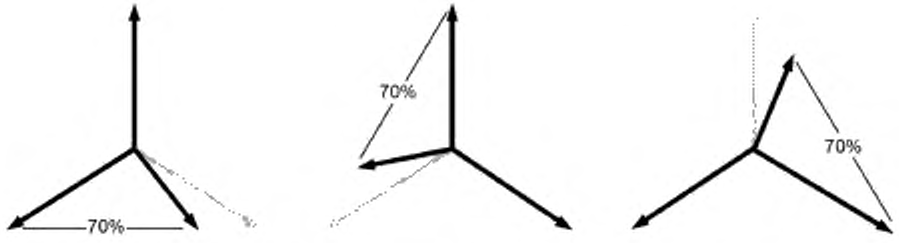
Примечание 2 — Для испытаний трехфазных систем при создании провалов напряжения «фаза—фаза» допускается применение двух методов, показанных на рисунках 3b) — допустимый метод 1 и 3c) — допустимый метод 2. Векторы напряжения в соответствии с допустимым методом 1, приведенные на рисунке 3b), могут быть более простым способом воспроизведены в испытательной лаборатории. Векторы напряжения в соответствии с допустимым методом 2, приведенные на рисунке 3c), более точно отражают реальные провалы напряжения. В случае сравнения результатов испытаний для векторов напряжений, приведенных на рисунках 3b) и 3c), различия могут быть значительными.

Для ИО с двумя и большим числом сетевых кабелей каждый кабель испытывают отдельно.



Примечание — Испытания «фаза—нейтраль» в трехфазных системах проводят в каждой фазе по отдельности.

Рисунок 3a) — Испытания «фаза—нейтраль»



Примечание — Испытания «фаза—фаза» в трехфазных системах проводят в каждой фазе по отдельности.

Рисунок 3b) — Испытание «фаза—фаза» — допустимый метод 1, фазовый сдвиг

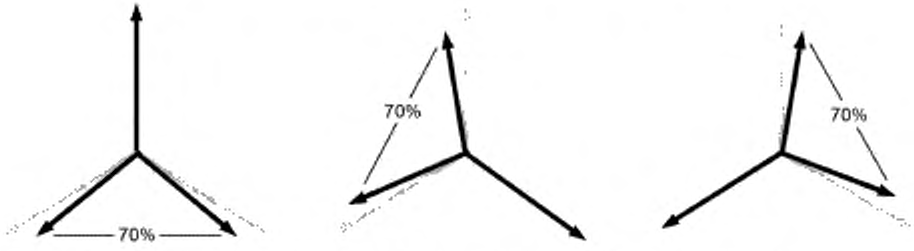


Рисунок 3c) — Испытание «фаза—фаза» — допустимый метод 2, фазовый сдвиг

Рисунок 3 — Испытания трехфазных систем

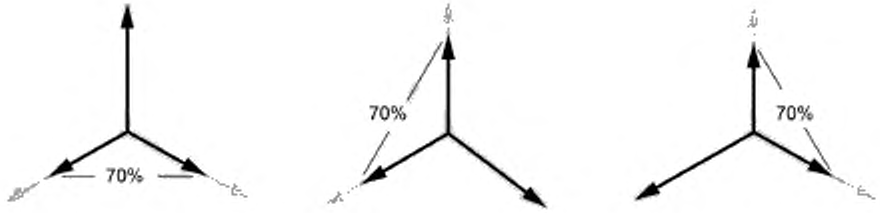


Рисунок 3d) — Неприемлемый метод — испытания «фаза—фаза» без фазового сдвига

Рисунок 3, лист 2

8.2.2 Изменения напряжения (необязательное требование)

ИО испытывают при каждом установленном уровне испытательного напряжения три раза с интервалом 10 с в наиболее представительных режимах функционирования.

9 Оценка результатов испытаний

Результаты испытаний должны быть классифицированы с точки зрения прекращения выполнения функции или ухудшения качества функционирования испытуемого оборудования в сравнении с уровнем качества функционирования, определенным его изготовителем, заказчиком испытания или согласованным между изготовителем и покупателем продукции.

Рекомендуется следующая классификация:

A — нормальное качество функционирования в пределах, установленных изготовителем, заказчиком испытания или покупателем.

B — временное прекращение выполнения функции или ухудшение качества функционирования, которые исчезают после прекращения воздействия помех, с восстановлением нормального функционирования ИО без вмешательства оператора.

C — временное прекращение выполнения функции или ухудшение качества функционирования, коррекция которых требует вмешательства оператора.

D — прекращение выполнения функции или ухудшение качества функционирования, которые не являются восстанавливаемыми из-за повреждения оборудования (компонентов), нарушения программного обеспечения или потери данных.

В документации изготовителя могут быть установлены воздействия на ИО, которые могут рассматриваться как незначительные и, следовательно, допустимые.

Данная классификация может быть использована в качестве руководства при определении критериев качества функционирования техническими комитетами, ответственными за разработку общих стандартов, стандартов на продукцию и стандартов на группы однородной продукции, или в качестве основы для соглашения о критериях качества функционирования между изготовителем и покупателем, если например не существует применимого общего стандарта, стандарта на продукцию или стандарта на группу однородной продукции.

Примечание — Уровни качества функционирования могут быть различными для испытаний при воздействии провалов и кратковременных прерываний напряжения, а также изменений напряжения, если проведение необязательных испытаний данного вида является необходимым.

10 Отчет об испытаниях

Отчет об испытаниях должен содержать все сведения, необходимые для воспроизведения испытания. В частности, должно быть отражено следующее:

- пункты, установленные в плане испытаний, как указано в разделе 8;
- идентификация ИО и любого связанного с ним оборудования, например марка изготовителя, тип продукции, серийный номер;

- идентификация испытательного оборудования, например марка изготовителя, тип продукции, серийный номер;
- любые особые условия обстановки, в которой было проведено испытание, например экранированное помещение;
- любые особые условия, необходимые для проведения испытания;
- уровень качества функционирования, установленный изготовителем, заказчиком испытания или покупателем,
- критерий качества функционирования, установленный в общем стандарте, стандарте на продукцию или в стандарте на группу однородной продукции;
- любые воздействия на ИО при испытании, наблюдаемые во время или после прекращения воздействия помехи, и длительность наблюдения этих воздействий;
- обоснование решения «соответствует/не соответствует» (основанное на критерии качества функционирования, установленном в общем стандарте, стандарте на продукцию или в стандарте на группу однородной продукции, или в соглашении между изготовителем и покупателем);
- любые особые условия использования, например длина или тип кабеля, экранирование или заземление, или условия функционирования ИО, которые необходимы для достижения соответствия требованиям.

Приложение А
(обязательное)

Пиковое значение нагрузочного тока испытательного генератора

При испытаниях на устойчивость к провалам напряжения значение пускового тока ИО может значительно превысить значение его номинального потребляемого тока. Нагрузочный ток может достигнуть пикового значения в любое время в течение испытаний и необязательно при первой подаче электропитания на ИО.

При испытаниях на устойчивость к провалам напряжения многофазных нагрузок ток в ненагруженных фазах может возрастать в течение провала до 200 % номинального тока.

Пиковое значение тока на выходе испытательного генератора может зависеть от характеристик как самого ИГ, так и системы электроснабжения переменного тока, к которой подключен генератор.

А.1 Требования к пиковому значению нагрузочного тока испытательного генератора

Испытательный генератор должен иметь возможность подавать на ИО нагрузочный ток, минимальные пиковые значения которого установлены в таблице А.1.

Таблица А.1 — Минимальные пиковые значения нагрузочного тока

Номинальный ток оборудования	Минимальное пиковое значение нагрузочного тока испытательного генератора
16—50 А	500 А
50,1—100 А	1000 А
Более 100 А	Минимальное пиковое значение нагрузочного тока не должно быть менее 1000 А и быть достаточным для поддержания в пределах ± 10 % требуемого значения напряжения во время максимального пикового пускового тока ИО. Среднеквадратичное значение напряжения измеряют с обновлением результатов измерения каждые 0,5 периода в соответствии с IEC 61000-4-30

А.2 Измерение пикового значения нагрузочного тока испытательного генератора

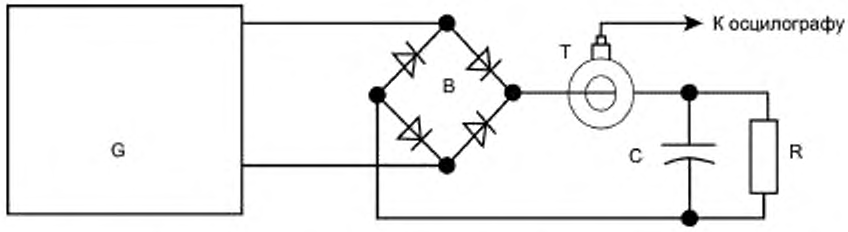
Пример схемы для измерения пикового значения нагрузочного тока испытательного генератора приведен на рисунке А.1. Использование выпрямительного моста делает необязательным изменение полярности выпрямителя для испытаний при фазовом угле 270° по сравнению с 90°.

Электролитический конденсатор емкостью 1700 мкФ должен иметь допуск ± 20 %. Желательно, чтобы его напряжение на 15 % — 20 % превышало пиковое значение номинального напряжения в питающих проводах, т. е. было не менее 400 В для сети питания 220—240 В. Конденсатор должен иметь, по возможности, низкое эквивалентное последовательное сопротивление на частотах 100 Гц и 20 кГц, не превышающее на обеих частотах 0,1 Ом, чтобы исключить ограничение пикового значения нагрузочного тока. Для выполнения указанного условия допускается параллельное соединение нескольких конденсаторов.

Поскольку измерение пикового значения нагрузочного тока должно быть проведено с разряженным конденсатором 1700 мкФ, параллельно ему подсоединяют резистор, причем интервал времени между измерениями должен в несколько раз превышать постоянную времени *RC*. С резистором сопротивлением 10 кОм постоянная времени составляет 17 с и интервал между измерениями должен быть от 1,5 до 2 мин. Если необходимы более короткие интервалы времени между измерениями пикового значения нагрузочного тока, следует применять низкоомные резисторы, например сопротивлением 100 Ом.

Токосъемник должен выдерживать полный пиковый ток испытательного генератора в течение 0,25 периода без насыщения.

Испытания следует проводить посредством переключения выхода испытательного генератора от 0 % до 100 % при фазовых углах 90° и 270°, с тем чтобы гарантировать достаточность пикового значения нагрузочного тока для обеих полярностей.



G — испытательный генератор провалов напряжения с переключением при 90° и 270°; *T* — токосъемник; *B* — выпрямительный мост; *R* — резистор сопротивлением не более 10 кОм и не менее 100 Ом; *C* — электролитический конденсатор емкостью 1700 мкФ ± 20 %

Рисунок А.1 — Измерение пикового значения нагрузочного тока

А.3 Требования к испытательному генератору для обеспечения необходимого тока при провалах напряжения

При испытаниях на устойчивость к провалам напряжения многофазных нагрузок испытательный генератор должен обеспечивать достаточный ток в ненагруженных фазах в течение провала для поддержания требуемого значения напряжения в пределах ± 10 % в соответствии с требованиями таблицы 1.

Среднеквадратичное значение напряжения измеряют с обновлением результатов измерения каждые 0,5 периода в соответствии с IEC 61000-4-30.

Примечание — Во время провала ток в ненагруженных фазных проводах может возрастать до 200 % номинального тока.

Приложение В
(справочное)

Классы электромагнитной обстановки

В соответствии с IEC 61000-2-4 определены следующие классы электромагнитной обстановки.

Класс 1

Данный класс применяется к электромагнитной обстановке в защищенных системах электроснабжения и характеризуется уровнями электромагнитной совместимости, более низкими, чем уровни электромагнитной совместимости в системах электроснабжения общего назначения. Класс 1 электромагнитной обстановки соответствует применению оборудования, восприимчивого к помехам в питающей сети, например контрольно-измерительного лабораторного оборудования, отдельных средств управления технологическими процессами и защиты, средств вычислительной техники некоторых видов и т. д.

Примечание — Класс 1 электромагнитной обстановки обычно соответствует применению оборудования, требующего защиты от помех с помощью систем бесперебойного питания (СБП), фильтров или устройств подавления сетевых помех.

Класс 2

Данный класс обычно применяется к электромагнитной обстановке в точках общего присоединения и точках внутреннего присоединения для промышленных условий эксплуатации. Уровни электромагнитной совместимости данного класса идентичны уровням систем электроснабжения общего назначения. Поэтому оборудование, предназначенное для подключения к электрическим сетям общего назначения, может применяться в условиях данного класса промышленной электромагнитной обстановки.

Класс 3

Данный класс электромагнитной обстановки применяется только к точкам внутреннего присоединения в промышленных условиях эксплуатации. Класс 3 электромагнитной обстановки имеет более высокие уровни электромагнитной совместимости, чем уровни для класса 2, в отношении электромагнитных помех некоторых видов. Электромагнитная обстановка должна быть отнесена к классу 3 в случае, если имеет место любое из следующих условий:

- питание большей части нагрузки осуществляется через преобразователи;
- использование электросварочного оборудования;
- частые пуски электродвигателей большой мощности;
- резкие изменения нагрузок в электрических сетях.

Примечание 1 — Источники электропитания нагрузок, создающих значительные помехи, например дуговых печей и мощных преобразователей, питаемых, как правило, от отдельного фидера, часто подвержены помехам, превышающим уровни, соответствующие классу 3 (жесткая электромагнитная обстановка). В таких специальных случаях уровни электромагнитной совместимости должны быть согласованы между изготовителем и пользователем оборудования.

Примечание 2 — Класс электромагнитной обстановки для новых установок или модернизации существующих должен учитывать характеристики применяемого оборудования и рассматриваемого процесса.

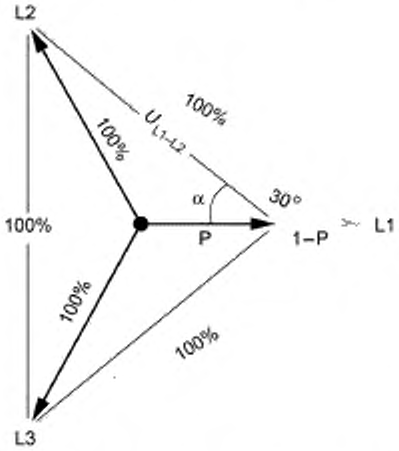
Приложение С
(справочное)

Векторы напряжений для испытаний трехфазных систем

Графики, уравнения и таблицы, приведенные в настоящем приложении, предполагают электрическую симметрию фазных проводов трехфазной системы относительно нейтрального провода. Для испытаний несимметричных трехфазных систем необходимо создавать различные векторы напряжения.

С.1 Векторы напряжений при провалах напряжения «фаза—нейтраль»

Провалы напряжения должны быть созданы в каждом из напряжений «фаза—нейтраль» по отдельности (см. 8.2.1). Испытательный генератор по рисунку D.1, формирует такие векторы при применении данного генератора в соответствии с рисунком D.2b).



L1, L2, L3 — фазные провода, N — нейтральный провод; P — напряжение при провале «фаза—нейтраль», выраженное в долях номинального напряжения «фаза—нейтраль»; $U_{L1—L2}$ — напряжение между L1 и L2, выраженное в долях номинального напряжения «фаза—фаза», α — угол между напряжением $U_{L1—L2}$ и напряжением между L1 и N («фаза—нейтраль») при провале напряжения

Рисунок С.1 — Векторы напряжений при провале напряжения «фаза—нейтраль»

Для расчета значений α и U_{L1-L2} (см. рисунок С.1) применяют следующие выражения

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{\sin 120^\circ}{\sqrt{1+P^2-2P\cos 120^\circ}}\right), \tag{C.1}$$

$$U_{L1-L2} = \frac{\sqrt{1+P^2-2P\cos 120^\circ}}{\sqrt{3}}. \tag{C.2}$$

Примечание — Функция arcsin является многозначной (всегда имеются два угла, соответствующие одному и тому же значению аргумента) и определяет значения между минус 90° и плюс 90°, поэтому необходимо правильно выбрать квадрант.

Таблица С.1 — Значения векторов напряжений при провале напряжения «фаза-нейтраль»

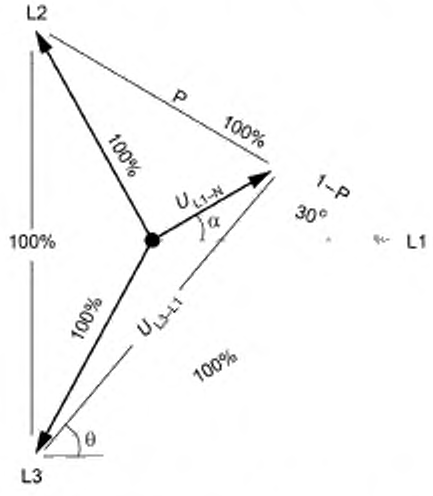
P	$U_{L1—L2}$	$U_{L2—L3}$	$U_{L3—L1}$	$U_{L1—N}$	$U_{L2—N}$	$U_{L3—N}$
100 % (провал отсутствует)	100 % 150°	100 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L1—N	90 % 146°	100 % 270°	90 % 34°	80 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L2—N	90 % 154°	90 % 266°	100 % 30°	100 % 0°	80 % 120°	100 % 240°

Окончание таблицы С.1

P	$U_{L1—L2}$	$U_{L2—L3}$	$U_{L3—L1}$	$U_{L1—N}$	$U_{L2—N}$	$U_{L3—N}$
80 % L3—N	100 % 150°	90 % 274°	90 % 26°	100 % 0°	100 % 120°	80 % 240°
70 % L1—N	85 % 144°	100 % 270°	85 % 36°	70 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
70 % L2—N	85 % 156°	85 % 264°	100 % 30°	100 % 0°	70 % 120°	100 % 240°
70 % L3—N	100 % 150°	85 % 276°	85 % 24°	100 % 0°	100 % 120°	70 % 240°
40 % L1—N	72 % 136°	100 % 270°	72 % 44°	40 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
40 % L2—N	72 % 164°	72 % 256°	100 % 30°	100 % 0°	40 % 120°	100 % 240°
40 % L3—N	100 % 150°	72 % 284°	72 % 16°	100 % 0°	100 % 120°	40 % 240°
Примечание — Испытательное напряжение 100 % представляет собой напряжение при отсутствии провала. Напряжение «фаза—фаза» при отсутствии провала в $\sqrt{3}$ раз превышает напряжение «фаза—нейтраль» при отсутствии провала.						

С.2 Допустимый метод 1. Векторы напряжений при провалах напряжения «фаза—фаза»

В трехфазных системах провалы напряжения должны быть созданы в каждой паре напряжений «фаза—фаза» по отдельности (см. 8.2.1). Векторы напряжений электропитания, показанные на рисунке С.2, иллюстрируют применение допустимого метода 1 создания провалов напряжения «фаза—фаза» в трехфазных системах. Пример испытательного генератора на рисунке D.1, формирует такие векторы при применении данного генератора в соответствии с рисунком D.2а).



L1, L2, L3 — фазные провода; N — нейтральный провод; P — напряжение при провале «фаза—фаза», выраженное в долях номинального напряжения «фаза—фаза», $U_{L1—N}$ — напряжение между L1 и N (при наличии нейтрального проводника), выраженное в долях номинального напряжения «фаза—нейтраль»; $U_{L3—L1}$ — напряжение между L3 и L1, выраженное в долях номинального напряжения «фаза—фаза»; α — угол между напряжением $U_{L1—N}$ (при отсутствии провала напряжения) и напряжением $U_{L1—N}$ при провале напряжения; θ — фазовый угол напряжения $U_{L3—L1}$ при провале напряжения

Рисунок С.2 — Допустимый метод 1. Векторы напряжений при провалах напряжения «фаза—фаза»

Для расчета значений U_{L1-N}, α, U_{L3-L1}, θ (см. рисунок С.2) применяют следующие выражения:

$$U_{L1-N} = \sqrt{1 + 3P^2 - 2\sqrt{3}P\cos 30^\circ}, \quad (C.3)$$

$$\alpha = 120^\circ - \arcsin\left(\frac{P\sqrt{3}\sin 30^\circ}{U_{L1-N}}\right), \quad (C.4)$$

$$U_{L3-L1} = \frac{\sqrt{1 + \left(U_{L1-N}\right)^2 - 2U_{L1-N}\cos(\alpha + 120^\circ)}}{\sqrt{3}}, \quad (C.5)$$

$$\theta = 60^\circ - \arcsin\left(\frac{U_{L1-N}\sin(\alpha + 120^\circ)}{\sqrt{3}U_{L3-L1}}\right). \quad (C.6)$$

Примечание — Функция arcsin является многозначной (всегда имеются два угла, соответствующие одному и тому же значению аргумента) и определяет значения между минус 90 ° и плюс 90 °, поэтому необходимо правильно выбрать квадрант.

Таблица С.2 — Допустимый метод 1. Векторы напряжений при провалах напряжения «фаза—фаза»

P	U_{L1-L2}	U_{L2-L3}	U_{L3-L1}	U_{L1-N}	U_{L2-N}	U_{L3-N}
100 % (провал отсутствует)	100 % 150°	100 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L1—L2	80 % 150°	100 % 270°	92 % 41°	72 % 14°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L2—L3	92 % 161°	80 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	72 % 134°	100 % 240°
80 % L3—L1	100 % 150°	92 % 281°	80 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	72 % 254°
70 % L1—L2	70 % 150°	100 % 270°	89 % 47°	61 % 25°	100 % 120°	100 % 240°
70 % L2—L3	89 % 167°	70 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	61 % 145°	100 % 240°
70 % L3—L1	100 % 150°	89 % 287°	70 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	61 % 265°
40 % L1—L2	40 % 150°	100 % 270°	87 % 67°	53 % 79°	100 % 120°	100 % 240°
40 % L2—L3	87 % 187°	40 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	53 % 199°	100 % 240°
40 % L3—L1	100 % 150°	87 % 307°	40 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	53 % 319°

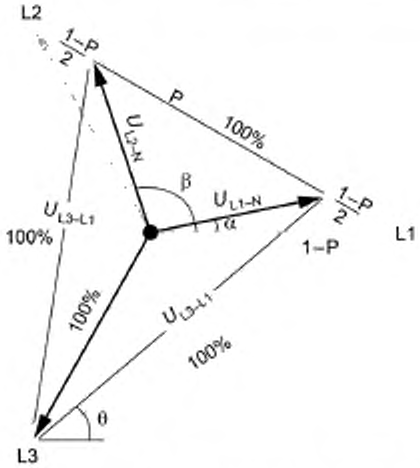
Примечание 1 — Испытательное напряжение 100 % представляет собой напряжение при отсутствии провала. Напряжение «фаза—фаза» при отсутствии провала в $\sqrt{3}$ раз превышает напряжение «фаза—нейтраль» при отсутствии провала.

Примечание 2 — Приведенные в настоящей таблице напряжения «фаза—нейтраль» используют только в трехфазных системах с нейтральным проводом. Для систем без нейтрального провода графы напряжений «фаза—нейтраль» не учитывают.

С.3 Допустимый метод 2. Векторы напряжений при провалах напряжения «фаза—фаза»

В трехфазных системах провалы напряжения должны быть созданы в каждой паре напряжений «фаза—фаза» по отдельности (см. 8.2.1). Векторы напряжений электропитания, показанные на рисунке С.3, иллюстрируют

применение допустимого метода 2 создания провалов напряжения «фаза—фаза» в трехфазных системах. Испытательный генератор провалов напряжения, представленный на рисунке D.3, может быть применен для генерации векторов напряжения, показанных на рисунке С.3. Указанные векторы напряжений в большей степени представляют реальные провалы напряжения в электрических сетях, чем векторы, показанные на рисунке С.2



L1, L2, L3 — фазные провода; N — нейтральный провод; P — напряжение при провале «фаза—фаза», выраженное в долях номинального напряжения «фаза—фаза», U_{L1-N} и U_{L2-N} — напряжение между L1 (L2) и N (при наличии нейтрального проводника), выраженное в долях номинального напряжения «фаза—нейтраль»; U_{L3-L1} — напряжение между L3 и L1 выраженное в долях номинального напряжения «фаза—фаза»; α — угол между напряжением U_{L1-N} (при отсутствии провала напряжения) и напряжением U_{L1-N} при провале напряжения; β — угол между напряжением U_{L1-N} (при отсутствии провала напряжения) и напряжением U_{L2-N} при провале напряжения; θ — фазовый угол напряжения U_{L3-L1} при провале напряжения

Рисунок С.3 — Допустимый метод 2. Векторы напряжений при провалах напряжения «фаза—фаза»

Для расчета значений α, β, U_{L3-L1}, U_{L2-L3}, θ (см. рисунок С.3) применяют следующие выражения:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{\left(\sqrt{3}\frac{(1-P)}{2}\right)\sin 30^\circ}{U_{L1-N}}\right), \tag{C.7}$$

$$\beta = 120^\circ - \alpha, \tag{C.8}$$

$$U_{L3-L1} = \frac{\sqrt{1+\left(U_{L1-N}\right)^2 - 2U_{L1-N}\cos(\alpha+120^\circ)}}{\sqrt{3}}, \tag{C.9}$$

$$\theta = 60^\circ - \arcsin\left(\frac{U_{L1-N}\sin(120^\circ+\alpha)}{\sqrt{3}U_{L3-L1}}\right). \tag{C.10}$$

Примечание — Функция arcsin является многозначной (всегда имеются два угла, соответствующие одному и тому же значению аргумента) и определяет значения между минус 90° и плюс 90°, поэтому необходимо правильно выбрать квадрант.

Таблица С.3 — Допустимый метод 2. Векторы напряжений при провалах напряжения «фаза—фаза»

P	U_{L1-L2}	U_{L2-L3}	U_{L3-L1}	U_{L1-N}	U_{L2-N}	U_{L3-N}
100 % (провал отсутствует)	100 % 150°	100 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L1—L2	80 % 150°	95 % 265°	95 % 35°	85 % 6°	85 % 114°	100 % 240°

Окончание таблицы С.3

P	U_{L1-L2}	U_{L2-L3}	U_{L3-L1}	U_{L1-N}	U_{L2-N}	U_{L3-N}
80 % L2—L3	95 % 155°	80 % 270°	95 % 25°	100 % 0°	85 % 126°	85 % 234°
80 % L3—L1	95 % 145°	95 % 275°	80 % 30°	85 % -6°	100 % 120°	85 % 246°
70 % L1—L2	70 % 150°	93 % 262°	93 % 38°	79 % 10°	79 % 110°	100 % 240°
70 % L2—L3	93 % 158°	70 % 270°	93 % 22°	100 % 0°	79 % 130°	79 % 230°
70 % L3—L1	93 % 142°	93 % 278°	70 % 30°	79 % -10°	100 % 120°	79 % 250°
40 % L1—L2	40 % 150°	89 % 253°	89 % 47°	61 % 25°	61 % 95°	100 % 240°
40 % L2—L3	89 % 167°	40 % 270°	89 % 13°	100 % 0°	61 % 145°	61 % 215°
40 % L3—L1	89 % 133°	89 % 287°	40 % 30°	61 % -25°	100 % 120°	61 % 265°

Примечание 1 — Испытательное напряжение 100 % представляет собой напряжение при отсутствии провала. Напряжение «фаза—фаза» при отсутствии провала в $\sqrt{3}$ раз превышает напряжение «фаза—нейтраль» при отсутствии провала.

Примечание 2 — Приведенные в настоящей таблице напряжения «фаза—нейтраль» используют только в трехфазных системах с нейтральным проводом. Для систем без нейтрального провода графы напряжений «фаза-нейтраль» не учитывают.

Приложение D
(справочное)

Испытательное оборудование

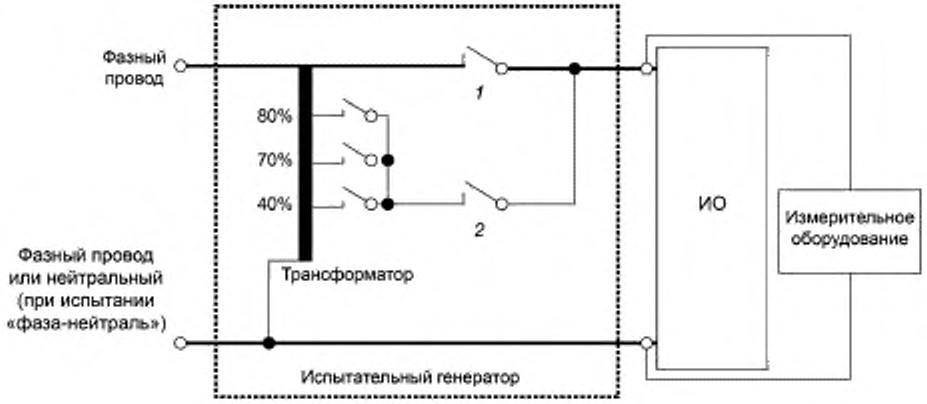
Примеры генераторов и испытательных установок

Два примера простых возможных испытательных конфигураций оборудования для моделирования электропитания приведены на рисунках D.1 и D.2; допускается использование альтернативных конфигураций.

На рисунке D.1 провалы напряжения имитируются попеременной коммутацией переключателей *1* и *2*. Эти два переключателя никогда не замыкаются в одно и то же время; при этом допускается нахождение двух переключателей в открытом состоянии в течение не более 100 мкс. Должна быть предусмотрена возможность включать и отключать переключатели независимо от значения фазового угла. Полупроводниковые переключатели, построенные на основе силовых МОП и IGBT-транзисторов, могут выполнять указанное требование. Тиристоры и симисторы могут открываться только во время перехода напряжения через нуль и, следовательно, не удовлетворяют указанному требованию.

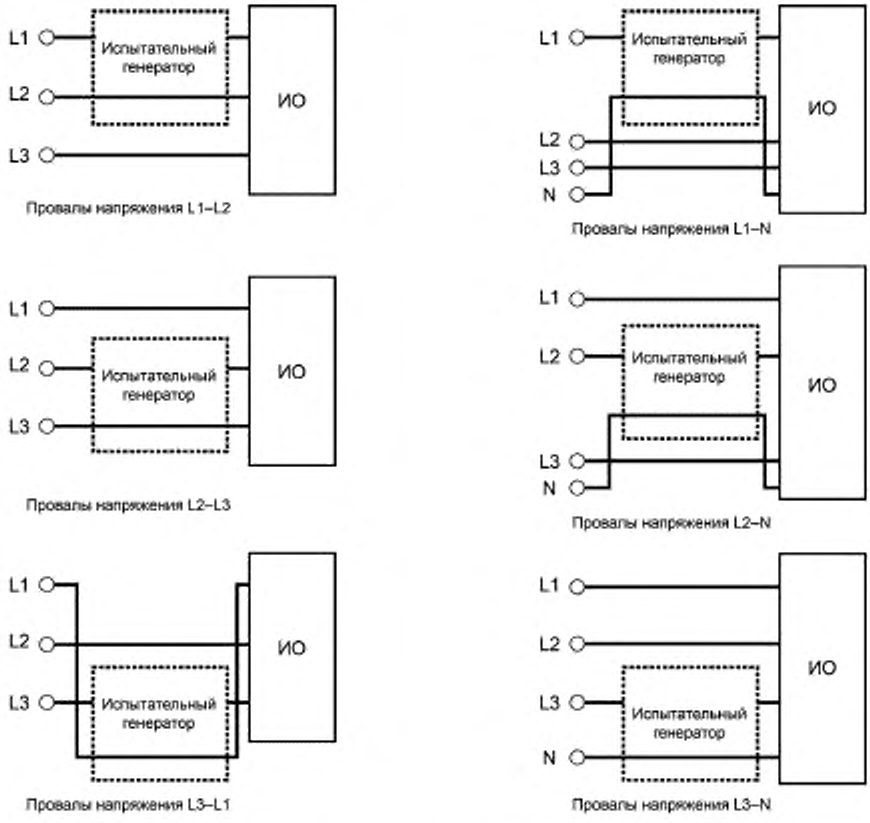
Вместо регулируемых трансформаторов и переключателей могут использоваться генераторы гармонических сигналов и усилители мощности (см. рисунок D.3). Указанная установка позволяет также проводить испытания оборудования при изменении частоты и гармонических составляющих напряжения электропитания.

Любой из этих типов генераторов может использоваться для однофазных или трехфазных испытаний (например, подключая генератор, схема которого приведена на рисунке D.1, между двумя фазами, как показано на рисунке D.2).



1, *2* — попеременно коммутируемые переключатели

Рисунок D.1 — Пример испытательного оборудования для провалов и кратковременных прерываний напряжения с использованием трансформатора с отводами и переключателей



L1, L2, L3 — фазные провода, N — нейтральный провод

a) Провалы «фаза—фаза» b) Провалы «фаза—нейтраль»

Примечание — см. рисунки 3b), 3c), C.1, C.2.

Рисунок D.2 — Применение испытательного генератора, приведенного на рисунке D.1, для создания векторов напряжения электропитания при испытаниях трехфазных систем (допустимый метод 1)

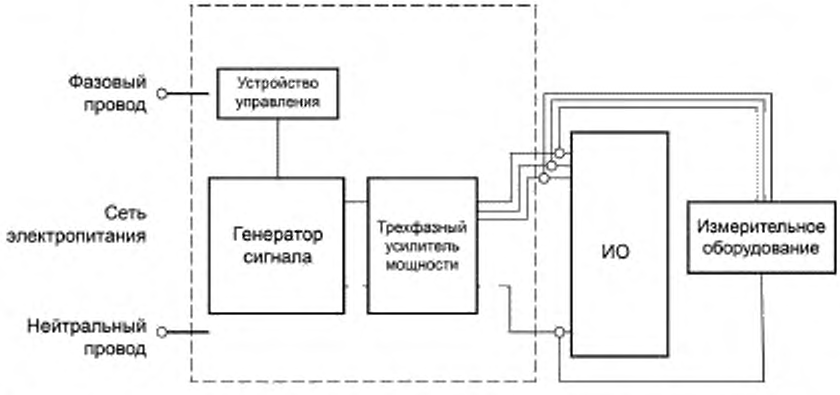


Рисунок D.3 — Пример испытательного оборудования для провалов, кратковременных прерываний и изменений напряжения в трехфазных системах с использованием генератора сигналов и усилителя мощности

Приложение Е
(справочное)

Испытания на устойчивость к провалам напряжения электропитания оборудования с большим током потребления

Е.1 Общие положения

Настоящее приложение является справочным дополнением к нормативной части настоящего стандарта.

Все нагрузки могут подвергаться воздействию провалов напряжения, независимо от значения нагрузки. Тем не менее проведение испытаний на устойчивость к провалам напряжения для очень больших нагрузок может быть затруднено или невозможно. Настоящее приложение содержит некоторые рекомендации.

Е.2 Учет номинального тока ИО

Прежде всего необходимо определить номинальный ток ИО. Если номинальный ток ИО не превышает 16 А, следует применять IEC 61000-4-11.

Если номинальный ток оборудования между 16 А и примерно 75 А, предпочтительно проведение испытаний в лаборатории, но в случае необходимости возможно проведение испытаний на месте размещения оборудования.

Если номинальный ток потребления оборудования между примерно 75 А и примерно 200 А, вероятно потребуется проведение испытаний на месте размещения оборудования в связи с затруднениями с транспортированием ИО в лабораторию.

Если номинальный ток потребления оборудования более чем примерно 200 А, вероятны затруднения с получением испытательного оборудования и обеспечения соответствующих условий для испытаний на устойчивость к провалам напряжения. В этом случае должны быть рассмотрены методы, указанные ниже.

Примечание — Значения тока «примерно 75 А» и «примерно 200 А» были действующими на момент написания настоящего стандарта. Будущие изменения в технологии испытательных генераторов или изменения в технологии ИО могут значительно увеличить эти значения. Поэтому приведенные выше справочные значения предназначены только для общего ознакомления.

Е.3 Модульное испытание крупногабаритного оборудования

Для целей испытаний на устойчивость к провалам напряжения допускается разделять ИО на модули, потребление каждого из которых не более 200 А. Испытание на устойчивость к провалам напряжения может быть выполнено для каждого модуля в отдельности в соответствии с настоящим стандартом.

Если выбран указанный модульный подход, необходимо провести тщательную инженерную оценку, чтобы рассмотреть возможные взаимодействия между модулями, которые испытывают по отдельности. Например, один модуль может генерировать сигнал тревоги во время провала напряжения, а другой модуль может отвечать за реакцию на этот сигнал. Эти взаимодействия могут происходить как во время, так и после провалов напряжения.

Е.4 Сочетание испытания и моделирования для крупногабаритного оборудования

Если модульное испытание полного ИО невозможно (например, если одна неразрывная часть ИО, такая как резистивный нагреватель, потребляет ток порядка нескольких сотен ампер), испытание на устойчивость к провалам должно быть выполнено для восприимчивых частей ИО. К остальной части ИО применяют инженерный анализ/моделирование.

Восприимчивые части могут включать в себя, например, электронные элементы управления, компьютеры, системы аварийного отключения или аварийного останова, реле чередования фаз, реле пониженного напряжения и т. д. Эти части ИО должны быть испытаны на устойчивость в соответствии со стандартом, а для модулей, которые невозможно проверить на устойчивость, используют инженерный анализ и моделирование.

Е.5 Рекомендации для проведения анализа устойчивости к провалам напряжения оборудования очень больших габаритных размеров

Испытание на устойчивость к провалам даже неполных систем всегда предпочтительнее моделирования и анализа.

Тем не менее, если инженерный анализ и моделирование неизбежны, должны быть тщательно рассмотрены следующие пункты:

- эффекты несимметрии во время провалов напряжения как в части несимметрии амплитуд, так и углов перекоса фаз, особенно для трансформаторов и двигателей;
- возможное увеличение тока в ненагруженных фазах во время провала, в том числе его влияния на компоненты, разъемы, устройства защиты, такие как предохранители и автоматические выключатели, и т. д.;
- возможное значительное увеличение тока сразу после провала, в том числе его влияние на компоненты, разъемы, устройства защиты, такие как предохранители и автоматические выключатели, и т. д.;

- реакция функций безопасности на провал напряжения, в том числе цепи аварийного отключения и аварийного останова, защитные световые завесы и т. д.;

- возможные последствия влияния провала на датчики с независимым питанием и то, каким образом указанные датчики могут повлиять на поведение ИО;

- реакция защитных устройств как на сетевых зажимах ИО, так и на внутренних цепях ИО, к изменениям тока во время и после провала;

- реакция устройств контроля сети, таких как реле чередования фаз и реле пониженного напряжения, на провал напряжения;

- реакция реле и контакторов управления, таких как реле с катушками переменного тока напряжением 24 В, на провал напряжения;

- сигналы об ошибках из-за изменений потока воды, давления воздуха, вакуума и т. д., вызванные кратковременными изменениями вращения насоса или вентилятора во время провалов напряжения, и то, каким образом эти сигналы об ошибках могут влиять на поведение ИО;

- возможные влияния допусков на параметры компонентов. Например, электролитические конденсаторы, часто используемые в качестве устройств накопления энергии во время провалов напряжения, могут иметь значение допуска ± 20 % или более.

Приведенный список далеко не полный и предлагается исключительно для общего руководства с применением тщательной инженерной оценки.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
IEC 60050-161	—	*[1]
IEC 61000-2-8	—	**
IEC 61000-4-30	MOD	ГОСТ 30804.4.30—2013 (IEC 61000-4-30:2008) «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии»

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать русскоязычную версию IEC 60050-161:1990 с Изменением 1 (1997 г.) и перевод на русский язык Изменения 2 (1998 г.), Изменения 3 (2014 г.), Изменения 4 (2014 г.) и Изменения 5 (2015 г.) указанного международного стандарта.

** Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:

- MOD — модифицированный стандарт.

[1] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 50397—2011 (МЭК 60050-161:1990) «Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения».

Библиография

IEC 61000-2-4 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 2-4: Environment — Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances
[Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 2-4. Электромагнитная обстановка. Уровни совместимости на промышленных предприятиях для низкочастотных кондуктивных помех]

IEC 61000-4-11 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-11: Testing and measurement techniques — Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests
[Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-11. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к провалам напряжения, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения]

IEC 61000-4-14 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-14: Testing and measurement techniques — Voltage fluctuation immunity test
[Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-14. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к колебаниям напряжения]

УДК 621.396/.397.001.4:006.354 МКС 33.100.20 IDT

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, электрическое и электронное оборудование, помехоустойчивость, провалы напряжения, кратковременные прерывания напряжения, изменения напряжения, требования, методы испытаний

Редактор *В.С. Кармашев*
Технический редактор *В.Ю. Фотиева*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.Е. Кругова*

Сдано в набор 28.10.2016. Подписано в печать 21.11.2016. Формат 60 ×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,30. Тираж 32 экз Зак. 2814.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru