ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54073— 2017

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ САМОЛЕТОВ И ВЕРТОЛЕТОВ

Общие требования и нормы качества электроэнергии

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский институт стандартизации и унификации» (ФГУП «НИИСУ»), Акционерным обществом «Научно-исследовательский институт авиационного оборудования» (АО «НИИАО»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 323 «Авиационная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 декабря 2017 г. № 2117-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 54073—2010

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Информационные 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 (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2018

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 . . . 1
3 Термины и определения . . . 1
4 Общие требования . . . 4
4.1 Классификация систем электроснабжения . . . 4
4.2 Назначение систем электроснабжения . . . 4
4.3 Характеристики источников электроэнергии . . . 4
4.4 Управление и защита . . . 4
4.5 Внешние источники электроэнергии . . . 5
4.6 Контролепригодность . . . 5
5 Требования к качеству электроэнергии . . . 5
5.1 Характеристики электроэнергии переменного тока . . . 5
5.2 Характеристики электроэнергии постоянного тока . . . 11
6 Основные требования к приемникам электроэнергии . . . 15
6.1 Совместимость приемников с электропитанием . . . 15
6.2 Назначение приемников электроэнергии . . . 15
6.3 Работа приемников . . . 16
6.4 Отказы и внезапные повышения потребляемой мощности приемников . . . 16
6.5 Использование электроэнергии переменного тока . . . 16
6.6 Коэффициенты мощностей приемников электроэнергии и общей нагрузки . . . 17
6.7 Предпочтительное электропитание приемников . . . 17
6.8 Заземление приемников . . . 18
6.9 Полярность и обратное чередование фаз . . . 18
6.10 Импульсы напряжения . . . 18
6.11 Требования к испытаниям приемников . . . 18
Приложение А (справочное) Преобразование напряжений в переходных режимах . . . 19
Приложение Б (обязательное) Определение пика напряжения, верхнего и нижнего пределов переходного напряжения для систем переменного тока переменной частоты . . . 22
Приложение В (обязательное) Допустимые нормы качества электроэнергии на выводах приемников, предназначенных для установки на самолеты и вертолеты, разработанные до 1 января 1983 г. . . . 23
Приложение Г (обязательное) Допустимые нормы качества электроэнергии на выводах приемников, предназначенных для установки на самолеты и вертолеты, разработанные до 1 января 1990 г. . . . 27
Приложение Д (обязательное) Допустимые нормы качества электроэнергии на выводах приемников, предназначенных для установки на самолеты и вертолеты, разработанные до 1 июля 2010 г. . . . 30
Библиография . . . 34

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ САМОЛЕТОВ И ВЕРТОЛЕТОВ

Общие требования и нормы качества электроэнергии

Electric power supply systems of airplanes and helicopters.
General requirements and norms of quality of electric energys

Дата введения — 2018—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на системы электроснабжения самолетов и вертолетов и устанавливает общие требования к бортовому оборудованию и нормы качества электроэнергии на входных выводах оборудования (приемников электроэнергии).

Настоящий стандарт не распространяется на электромагнитные помехи.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 19838 Характеристика контролепригодности изделий авиационной техники. Правила изложения и оформления

ГОСТ Р 54130 Качество электрической энергии. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения по ГОСТ Р 54130, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **система электроснабжения;** СЭС: Система самолета или вертолета, обеспечивающая электропитание бортового оборудования или агрегатов, потребляющих электроэнергию (приемников электроэнергии), и состоящая из систем генерирования и/или преобразования и системы распределения электроэнергии.

Примечания

1 Основную энергию отбирают от генераторов, приводимых во вращение от двигателя самолета (вертолета) или вспомогательной силовой установки.

Издание официальное

2 Аварийную энергию обеспечивают аккумуляторными батареями, отбором сжатого воздуха от двигателя, независимыми источниками электроэнергии: генераторами с гидроприводом или с приводом от турбины, выпускаемой в поток встречного воздуха, дополнительным генератором, установленным на двигателе.

3 Основная энергия может быть создана альтернативным источником энергии, не связанным с двигателем самолета.

3.2 **система генерирования:** Совокупность источников и/или преобразователей электроэнергии (генераторов, преобразовательных установок рода тока и величины напряжения, аккумуляторов), устройств стабилизации их напряжений и частот, устройств параллельной работы, защиты, управления и контроля, которые обеспечивают производство электроэнергии и поддержание ее характеристик в заданных пределах в точках регулирования при всех режимах работы системы.

3.3 **система распределения:** Совокупность устройств, передающих электроэнергию от источников системы генерирования к распределительным устройствам и от распределительных устройств к приемникам электроэнергии.

Примечание — Система распределения электроэнергии обеспечивает на выводах приемников характеристики электроэнергии в заданных пределах (если в точках регулирования они находятся в пределах, заданных для системы генерирования), осуществление необходимых коммутаций, резервирование электропитания приемников и защиту от повреждений системы распределения.

3.4 **канал системы электроснабжения:** Система или ее часть, включающая первичный источник электроэнергии и/или аппаратуру преобразования, аппаратуру управления и защиты, часть системы распределения электроэнергии, связанную с этим источником при раздельной работе.

3.5 **первичная система электроснабжения:** Система, источник которой производит преобразование электрохимической энергии химических источников тока, гидравлической энергии в гидросистеме самолета, энергии встречного потока воздуха и механической энергии вращения маршевого двигателя самолета, редуктора несущего винта вертолета или двигателя вспомогательной установки в электрическую энергию.

3.6 **вторичная система электроснабжения:** Система, питаемая от первичной СЭС преобразующими устройствами, входящими во вторичную СЭС.

3.7 **нормальная работа системы электроснабжения:** Режим работы, при котором нормально функционируют элементы СЭС, обеспечивающие электропитанием все приемники, и проводят операции, необходимые для выполнения полета на всех его этапах.

Примечание — Примерами выполняемых при этом операций являются включение и выключение приемников электроэнергии, изменение оборотов двигателей, переключение и синхронизация шин, включение генераторов на параллельную работу. Такие операции могут быть выполнены в любое время при подготовке самолета (вертолета) к полету, при взлете, в полете, при посадке и рулежке без ограничений количества операций.

3.8 **аварийная работа системы электроснабжения:** Режим работы в полете при отказавших или отключенных первичных источниках электроэнергии, установленных на маршевых двигателях и вспомогательной силовой установке, когда происходит переход на электропитание от аварийных источников электроэнергии.

3.9 **ненормальная работа системы электроснабжения:** Режим работы при внезапной потере или ухудшении управления системой электроснабжения.

Примечания

1 Ненормальная работа — редкое случайное явление, возникающее из-за отказа части источников электроэнергии или аппаратуры управления, короткого замыкания в системе.

2 Ненормальная работа может возникнуть в полете, в процессе подготовки к полету или не возникать вообще за весь срок службы самолета (вертолета).

3 Кратковременная ненормальная работа прекращается при восстановлении нормальной работы, переходит в аварийную работу или в длительную ненормальную работу.

3.10 **работа при электрическом запуске авиадвигателя:** Электрический запуск авиадвигателя или вспомогательной силовой установки является специальным видом нормальной работы СЭС, при которой напряжение может выходить за нормальные пределы вследствие высокого потребления электроэнергии.

3.11 **операция переключения; переключение:** Переход СЭС с питания от одних источников электроэнергии на другие, включая переходы с питания или на питание от внешних источников.

Примечания

1 Переключение может происходить с перерывом или без перерыва питания потребляющего электроэнергию оборудования.

2 Для обеспечения беспрерывного питания при переключении источников переменного тока необходима их предварительная синхронизация.

3.12 **установившийся режим работы:** Режим работы, при котором нормальные характеристики электроэнергии не выходят за пределы допустимых отклонений в течение произвольного периода времени.

Примечания

1 Установившийся режим работы системы имеет место при постоянной нагрузке или при случайных плавных, ступенчатых и импульсно-периодических нагрузках, амплитудное значение тока которых в импульсе составляет не более 7 % номинального амплитудного значения тока канала (источника), в изменениях частоты вращения генераторов не более чем на 1 % в 1 с или в колебаниях этой частоты не более чем на 0,2 % номинального значения с периодом более 0,33 с.

2 В установившийся режим работы могут быть включены переходные процессы с меньшими отклонениями характеристик, чем отклонения, установленные для нормальной работы.

3.13 **импульсно-периодическая нагрузка:** Нагрузка, периодически плавно или ступенчато изменяющаяся через равные интервалы времени с частотой 0,5...400,0 Гц и скважностью более 1.

3.14 **скважность:** Отношение периода импульсов к длительности импульса.

3.15 **внешний источник:** Внешним источником считают источник электроэнергии, установленный на земле или на борту корабля и используемый для обеспечения электропитания системы распределения электроэнергии самолета (вертолета).

3.16 **точка регулирования:** Место присоединения измерительных цепей регуляторов напряжения.

Примечание — При подключении к бортовой электросети наземного источника электропитания за точку регулирования наземного регулируемого источника принимают бортовой электрический соединитель аэродромного питания.

3.17 **аварийный источник:** Источник электроэнергии, не зависящий от работы основных и вспомогательных источников электроэнергии.

Примечание — Аварийный источник используют в полете при отказе или отключении основных источников для питания приемников электроэнергии первой категории.

3.18 **перерыв электропитания:** Интервал времени, превышающий 1 мс, в течение которого в установившихся и/или переходных режимах напряжение и/или частота выходят за допускаемые для нормальной работы СЭС пределы.

3.19 **разность (сдвиг) фаз напряжений:** Разность фаз напряжений, равная разности в электрических градусах между основными гармониками любых двух фазных напряжений, взятой по последовательным пересечениям ими нулевого уровня в направлении от отрицательного значения к положительному значению.

3.20 **спектр искажения:** Спектр искажения напряжения переменного тока или пульсаций напряжения постоянного тока, определяющий значения амплитуд каждой из его гармонических составляющих.

3.21 **скорость изменения частоты, Гц/с:** Скорость изменения частоты, равная отношению абсолютной разности частот за расчетный период времени к длительности расчетного периода времени.

3.22 **уход частоты:** Медленное случайное изменение регулируемого уровня частоты в пределах допусков для установившегося режима работы СЭС, возникающее под влиянием окружающей среды на аппаратуру системы и износа приводов генераторов.

3.23 **мощность системы:** Сумма номинальных мощностей ее источников, вырабатывающих электроэнергию одного вида.

3.24 **нормальная длительная нагрузка:** Нагрузка, имеющая индуктивный характер в диапазоне от 10 до 100 % мощности канала при коэффициенте мощности 0,8...1,0 или от 10 до 30 % мощности канала при коэффициенте мощности 0,5...1,0.

3.25 **нормальная кратковременная нагрузка:** Нагрузка, имеющая индуктивный характер в диапазоне от 100 до 150 % мощности канала при коэффициенте мощности 0,8...1,0.

3.26 **пик напряжения:** Амплитудное значение напряжения переменного тока, определяемое как произведение максимального действующего значения переходного напряжения на максимальное значение коэффициента амплитуды.

3.27 **приведенное переходное напряжение:** Зависимость действующего значения напряжения от времени, полученного путем преобразования по определенному правилу кривой изменения напряжения в переходном режиме, которое регистрируется средствами измерения.

Примечание — Приведенные переходные напряжения характеризуют воздействие на приемники электроэнергии различных уровней напряжений по их продолжительности. Правила преобразования напряжения в переходных режимах изложены в приложении А.

4 Общие требования

4.1 Классификация систем электроснабжения

4.1.1 На самолетах (вертолетах) допускается применение систем электроснабжения следующих типов:

- переменного трехфазного тока номинальным напряжением 115/200 В постоянной номинальной частоты 400 Гц;
- переменного трехфазного тока номинальным напряжением 230/400 В постоянной номинальной частоты 400 Гц;
- переменного трехфазного тока номинальным напряжением 115/200 В переменной частоты 360...800 Гц;
- переменного трехфазного тока номинальным напряжением 230/400 В переменной частоты 360...800 Гц;
- постоянного тока номинальным напряжением 27 В;
- постоянного тока номинальным напряжением 270 В.

4.1.2 Системы электроснабжения самолетов (вертолетов) должны состоять не менее чем из двух независимых каналов или подсистем.

4.1.3 На самолетах (вертолетах) с одним двигателем допускается применять одноканальные основные СЭС, если электропитание приемников электроэнергии, необходимых для безопасного полета и посадки, обеспечивается другими источниками электроэнергии (в том числе аккумуляторными батареями) или безопасный полет и посадка обеспечиваются без использования электроэнергии.

4.1.4 Допускается электрическое соединение независимых подсистем при отказе одной из независимых подсистем при обязательном отключении источника электроэнергии отказавшей подсистемы.

4.2 Назначение систем электроснабжения

СЭС самолета (вертолета) при эксплуатации в соответствии с техническими условиями (далее — ТУ) на СЭС и при питании от бортовых или внешних источников должны обеспечивать на входных выводах приемников качество электроэнергии, соответствующее положениям настоящего стандарта при всех условиях работы СЭС.

4.3 Характеристики источников электроэнергии

4.3.1 Характеристики электроэнергии, измеренные на выходных выводах нерегулируемых или в точках регулирования регулируемых источников электроэнергии, должны находиться в пределах, установленных в техническом задании (далее — ТЗ) или ТУ на систему генерирования (канал генерирования или источник электроэнергии).

4.3.2 Характеристики электроэнергии на входных выводах приемников, приведенные в настоящем стандарте, при соблюдении 4.3.1 должны быть обеспечены системой распределения и устройствами управления и защиты источников электроэнергии.

4.4 Управление и защита

Устройства управления и защиты источников, их пускорегулирующей аппаратуры, элементов системы распределения и приемников электроэнергии должны быть такими, чтобы выход из строя любого источника, его аппаратуры, элемента системы распределения или приемника и их отключение от системы не могли вызвать отклонения характеристик электроэнергии на элементах системы распределения, не соединенных непосредственно с вышедшим из строя источником, его аппаратурой или элементом системы распределения за допускаемые пределы, приведенные в настоящем стандарте, для нормальной работы. Устройства защиты должны функционировать независимо от управляющего и регулирующего оборудования.

4.5 Внешние источники электроэнергии

Внешние источники должны поставлять электроэнергию с характеристиками на входных выводах приемников, приведенными в настоящем стандарте. Для того чтобы допустить в установившихся условиях падение напряжения между электрическим соединителем внешнего электропитания и входными выводами потребляющего оборудования, напряжения на электрическом соединителе должны быть при системе:

- переменного тока 115/200 В постоянной частоты 400 Гц — от 113 до 119 В;
- переменного тока 115/200 В переменной частоты 360...800 Гц — от 113 до 120 В;
- постоянного тока 27 В — от 27 до 29,4 В;
- постоянного тока 270 В — от 260 до 280 В.

4.6 Контролепригодность

Системы электроснабжения должны быть контролепригодными. Документ «Характеристика контролепригодности» должен быть выполнен по ГОСТ 19838.

5 Требования к качеству электроэнергии

5.1 Характеристики электроэнергии переменного тока

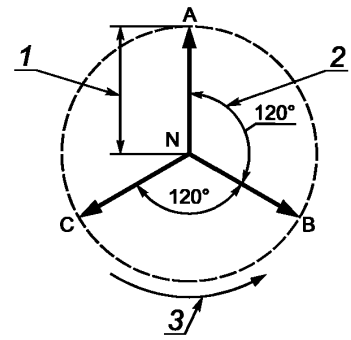
5.1.1 Общие требования к системам

5.1.1.1 Системы трехфазного переменного тока должны обеспечивать как трехфазное, так и однофазное электропитание номинальным напряжением 115/200 В или 230/400 В и номинальной постоянной частотой 400 Гц или переменной частотой 360...800 Гц.

5.1.1.2 Форма кривой напряжения должна быть синусоидальной с номинальными напряжениями и частотами, соответствующими 5.1.1.1.

5.1.1.3 Системы трехфазного переменного тока должны быть соединены в звезду с заземленной нейтралью (N).

5.1.1.4 Последовательность фаз СЭС должна быть А — В — С. Вращение фаз должно происходить против часовой стрелки (положительное), как показано на рисунке 1. Проводка самолета (вертолета) и выводы оборудования должны маркироваться соответственно А, В, С.



1 — основная составляющая фазного напряжения; *2* — сдвиг фазного напряжения; *3* — направление вращения фаз (положительное)

Рисунок 1 — Сдвиг и последовательность фазных напряжений в трехфазной системе электроснабжения

5.1.2 Источники переменного тока

Первичные и вторичные источники переменного тока должны обеспечивать установившиеся нормальные рабочие характеристики переменного тока постоянной частоты 400 Гц, установленные в таблице 1, или переменной частоты, установленные в таблице 2, при:

- небалансе нагрузок фаз до 15 % номинальной мощности фазы;
- импульсно-периодической составляющей нагрузки с $\cos \varphi = 0{,}95$ и импульсом тока до 7 % номинального значения тока фазы;
- трехфазной двухполупериодной трансформаторно-выпрямительной нагрузке до 25 % номинальной мощности источника переменного тока при вторичной системе постоянного тока 27 В.

Для выпрямительных устройств системы 270 В допускается изменение мощности выпрямителя по результатам исследований.

Таблица 1 — Нормальные рабочие характеристики систем переменного тока номинальным напряжением 115/200 В постоянной частоты 400 Гц

Наименование характеристики	Допустимое значение характеристики
Установившаяся характеристика:	
- среднее по трем фазам действующее значение напряжения в точке регулирования, В	От 114 до 118
- фазное напряжение на входных выводах приемников, В	От 108 до 119
- небаланс напряжений, В, не более	3
- модуляция напряжения, В, не более	2,5
- сдвиг фазных напряжений	От 116° до 124°
- коэффициент искажения для первичных источников питания при линейной симметричной нагрузке, не более	0,05
- коэффициент искажения для первичных и вторичных источников питания при наличии нелинейной, несимметричной и импульсно-периодической нагрузки, не более	0,08
- спектр искажения напряжения при линейной симметричной нагрузке	См. рисунок 2
- коэффициент амплитуды	От 1,31 до 1,51
- составляющая напряжения постоянного тока, В	От +0,1 до –0,1
- частота, Гц	От 380 до 420
- скорость изменения частоты из-за ухода, Гц/с, не более	2,5
- модуляция частоты, Гц	4
- спектр частотных составляющих модуляции частоты	См. рисунок 3
Переходная характеристика:	
- пик напряжения, В	От –234 до +234
- напряжение, В	См. рисунок 4
- частота, Гц	См. рисунок 5

Примечания

1 Пределы для однофазных систем такие же, как для одной фазы трехфазных систем.

2 Пределы для системы переменного тока 230/400 В такие же, как для 115/200 В, за исключением значений напряжений, которые должны умножаться на 2.

3 После трансформирования напряжения указанные пределы напряжений должны умножаться на коэффициент трансформации. Остальные пределы не изменяются.

4 Огибающие приведенных значений нормальных переходных напряжений переменного тока, приведенные на рисунке 4, указаны для внезапных изменений нагрузки от 10 до 160 % мощности канала (системы) и обратно при нормальной работе СЭС.

Частота, кГц	Амплитуда искажения, дБ
0,01	–10,00
0,10	
1,00	10,00
3,00	
6,00	4,00
500,00	–34,44

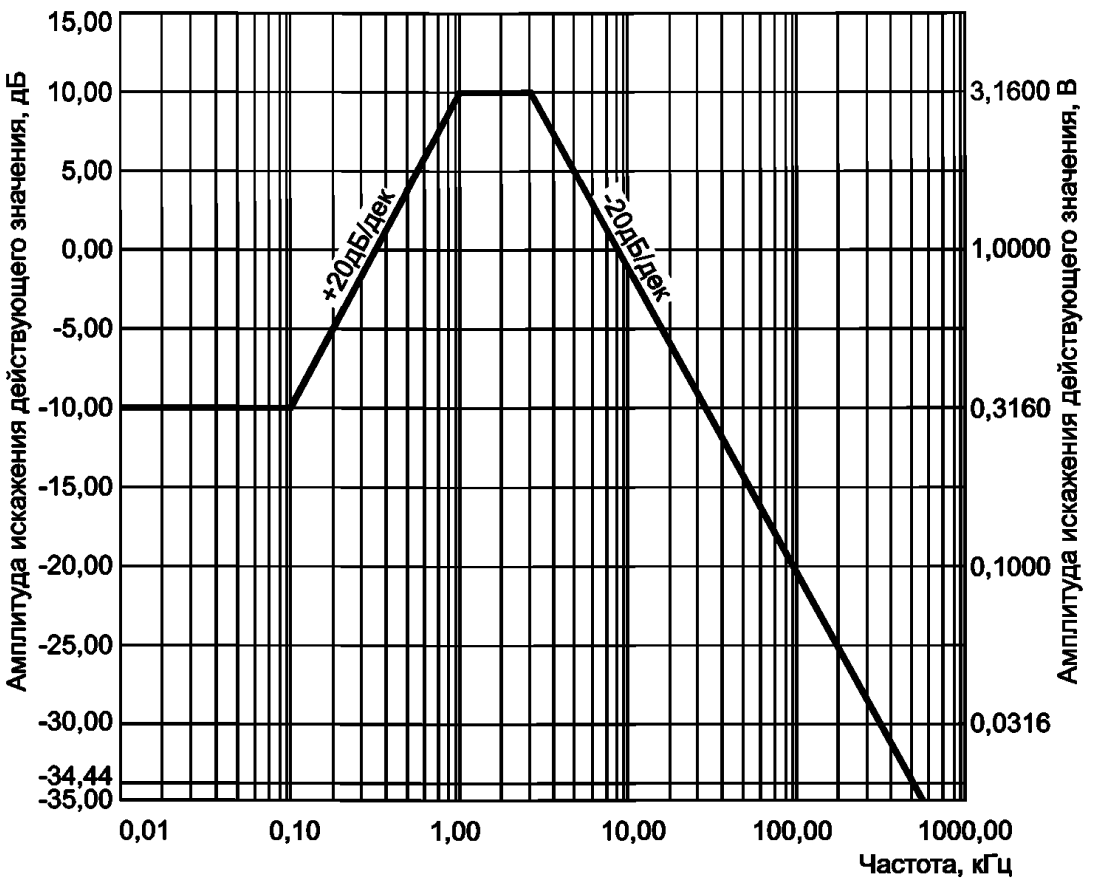


Рисунок 2 — Спектр максимального искажения напряжения переменного тока постоянной частоты 400 Гц при линейной симметричной нагрузке

Частота повторения, Гц	Амплитуда частоты, ± Гц
0,1	4,00
1,7	
2,0	3,00
10,0	0,75
100,0	0,20

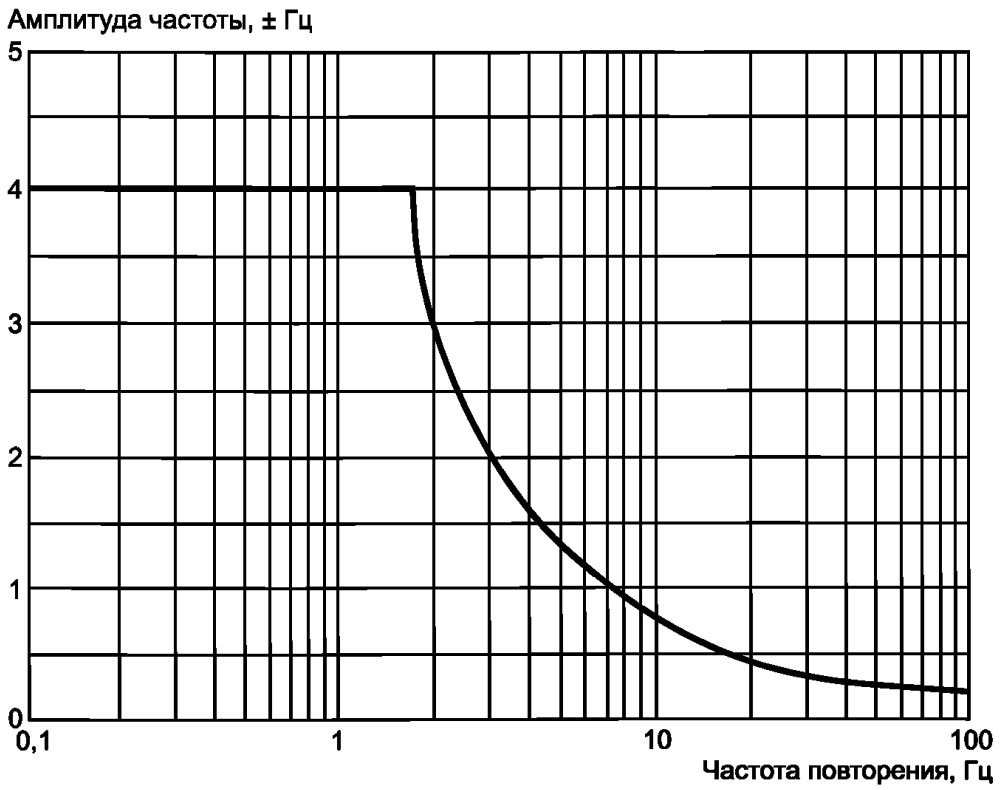
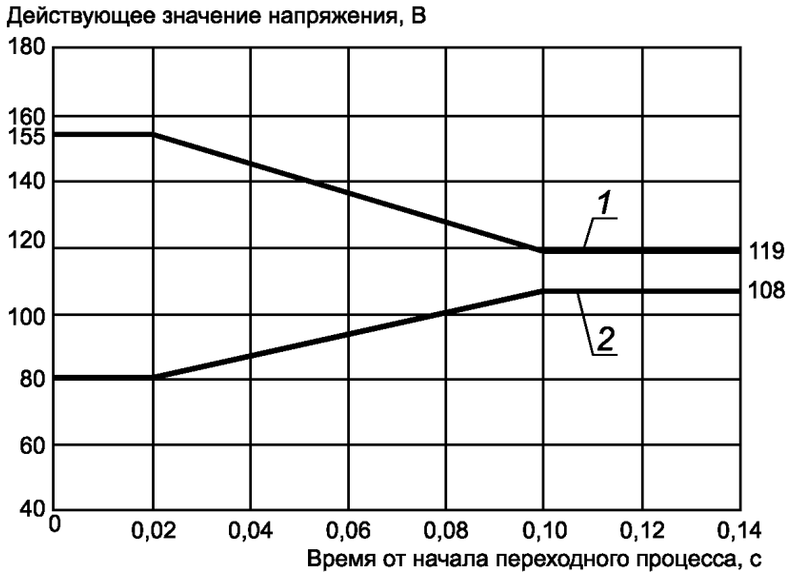
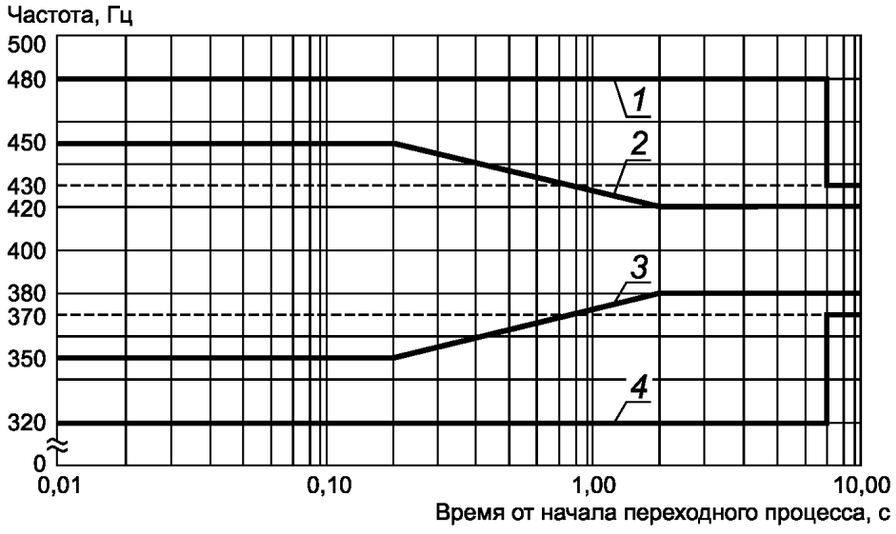


Рисунок 3 — Спектр частотных составляющих огибающей кривой модуляции частоты переменного тока постоянной частоты 400 Гц и переменной частоты 360…800 Гц



1 — верхний предел действующего значения напряжения;
2 — нижний предел действующего значения напряжения

Рисунок 4 — Огибающие приведенных значений нормальных переходных напряжений переменного тока номинальным напряжением 115/200 В постоянной частоты 400 Гц



1 и *4* — верхний и нижний пределы ненормальной переходной частоты;
2 и *3* — верхний и нижний пределы нормальной переходной частоты

Рисунок 5 — Огибающие переходных частот переменного тока постоянной частоты 400 Гц

Таблица 2 — Нормальные рабочие характеристики систем переменного тока номинальным напряжением 115/200 В переменной частоты 360...800 Гц

Наименование характеристики	Допустимое значение характеристики
Установившаяся характеристика:	
- среднее по трем фазам действующее значение напряжения в точке регулирования, В	От 114 до 119
- фазное напряжение на входных выводах приемников, В	От 104 до 122
- небаланс напряжений, В, не более	6,7
- модуляция напряжения, В, не более	2,5
- сдвиг фазных напряжений	От 116° до 124°
- коэффициент искажения для первичных источников питания при линейной симметричной нагрузке, не более	0,06
- коэффициент искажения для первичных и вторичных источников питания при наличии нелинейной, несимметричной и импульсно-периодической нагрузки, не более	0,12
- спектр искажения напряжения при линейной симметричной нагрузке	См. рисунок 6
- коэффициент амплитуды	От 1,31 до 1,51
- составляющая напряжения постоянного тока, В	От +0,1 до –0,1
- частота, Гц	От 360 до 800
- модуляция частоты, Гц	4
- спектр частотных составляющих модуляции частоты	См. рисунок 3
Переходная характеристика:	
- пик напряжения, В	От –310 до +310
- верхний предел переходного напряжения, В	Вычисляется по формуле (Б.2) приложения Б
- нижний предел переходного напряжения, В	Вычисляется по формуле (Б.3) приложения Б
- частота, Гц	От 360 до 800
- максимальная скорость изменения частоты, Гц/с	250

Примечания

1 Пределы для однофазных систем такие же, как для одной фазы трехфазных систем.

2 Пределы для системы переменного тока 230/400 В такие же, как для 115/200 В, за исключением значений напряжений, которые должны умножаться на 2.

3 После трансформирования напряжения указанные пределы напряжений должны умножаться на коэффициент трансформации. Остальные пределы не изменяются.

4 Значения спектра искажения и модуляции напряжения могут уточняться после испытаний СЭС.

5.1.3 Характеристики переходных режимов систем переменного тока

При нормальных переключениях шин или источников напряжение и частота могут изменяться от нормальных пределов до нуля в течение периода времени (перерыва электропитания) не более 80 мс.

При ликвидации защиты отказов элементов СЭС или коротких замыканий перерывы электропитания не должны превышать 7 с.

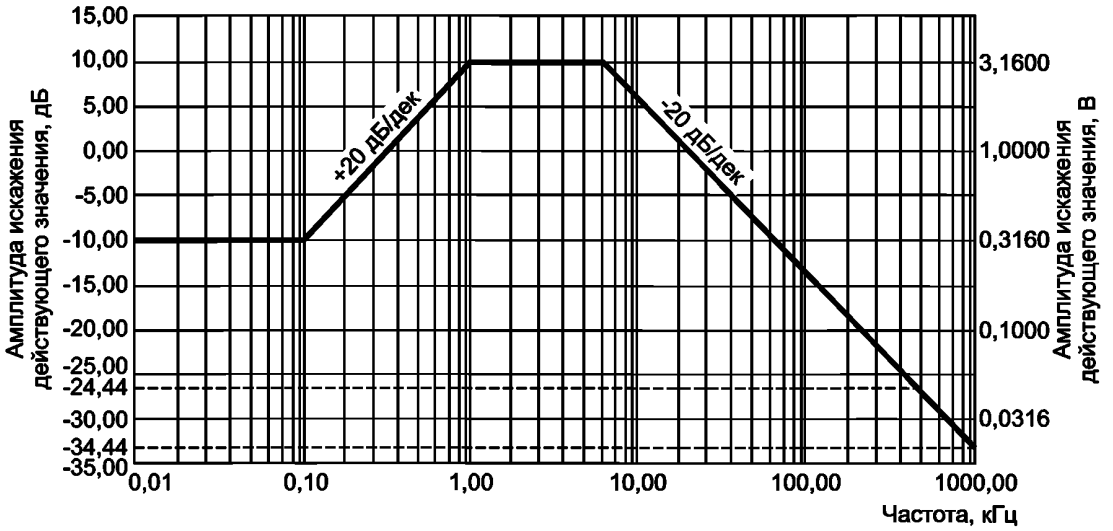
В завершение переключения или действия защиты может происходить нормальный или ненормальный переходный процесс, соответствующий типу СЭС.

5.1.4 Нормальная работа систем переменного тока

Характеристики нормальной работы систем переменного тока постоянной частоты 400 Гц должны соответствовать приведенным в таблице 1 и на рисунках 2—5.

Характеристики систем переменного тока переменной частоты должны соответствовать приведенным в таблице 2 и на рисунке 6.

Для систем переменной частоты скорость изменения частоты, измеренная от начала нормального переходного процесса в течение периода времени более 25 мс, составляет не более 250 Гц/с.



Частота, кГц	Амплитуда искажения, дБ
0,01	–10,00
0,10	
1,00	10,00
3,00	
6,00	
500,00	–24,44
1000,00	–34,44

Рисунок 6 — Спектр максимального искажения напряжения переменного тока переменной частоты 360...800 Гц при линейной симметричной нагрузке

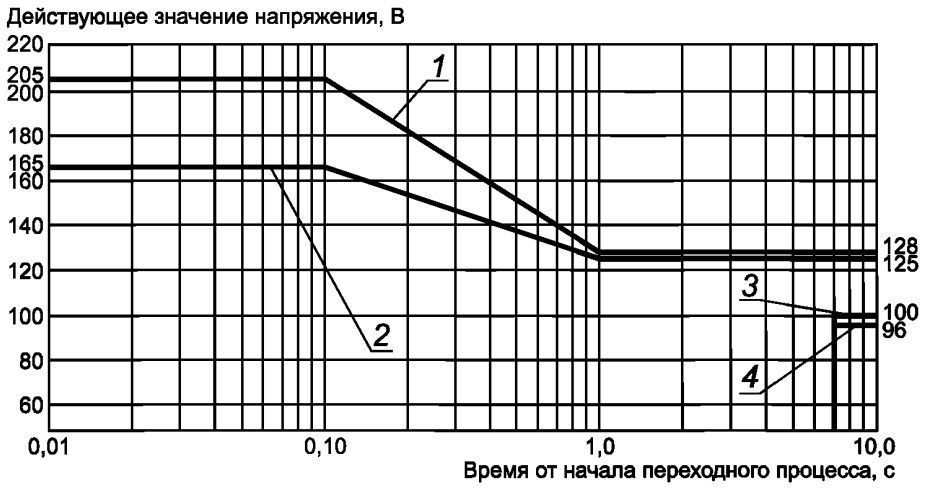
5.1.5 Ненормальная работа систем переменного тока

Значения перенапряжений и понижений напряжения для систем переменного тока должны находиться в пределах, приведенных на рисунке 7.

Примечание — В технически обоснованных случаях по согласованию с заказчиком допускается увеличивать верхний предел действующего значения напряжения переменной частоты выше 205 В, что должно быть оговорено в ТЗ на разработку СЭС.

Значения повышенных и пониженных частот для систем постоянной частоты 400 Гц должны быть в пределах, приведенных на рисунке 5. Значения повышенных и пониженных частот для систем переменной частоты не должны выходить за установившиеся значения 360...800 Гц.

Для систем переменной частоты скорость изменения частоты, измеренная от начала ненормального переходного процесса в течение не менее 25 мс, составляет не более 500 Гц/с.



1 — верхний предел действующего значения напряжения переменной частоты; *2* — верхний предел действующего значения напряжения постоянной частоты; *3* — нижний предел действующего значения напряжения постоянной частоты; *4* — нижний предел действующего значения напряжения переменной частоты

Рисунок 7 — Пределы приведенных значений ненормальных повышенных и пониженных напряжений систем переменного тока напряжением 115/200 В постоянной частоты 400 Гц и переменной частоты 360...800 Гц

5.1.6 Аварийная работа систем переменного тока

Все характеристики электроэнергии при аварийной работе СЭС должны быть такими же, как при нормальной работе.

5.2 Характеристики электроэнергии постоянного тока

5.2.1 Характеристики электроэнергии постоянного тока установлены для первичных и вторичных СЭС номинальным напряжением 27 и 270 В.

5.2.2 Системы постоянного тока 27 В

5.2.2.1 Нормальная работа системы постоянного тока 27 В

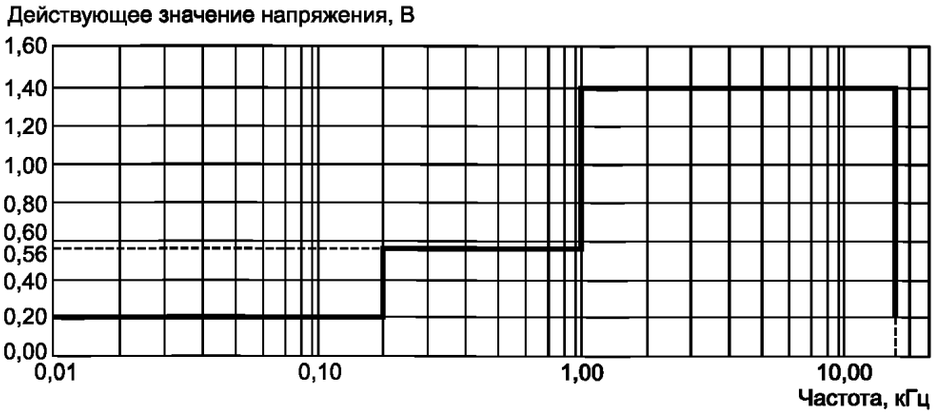
Характеристики нормальной работы первичных систем 27 В должны соответствовать приведенным в таблице 3 и на рисунках 8 и 9.

Характеристики нормальной работы вторичных систем 27 В должны соответствовать приведенным в таблице 3 и на рисунках 8 и 10.

При нормальных переключениях шин или источников питания напряжение может изменяться от предельных значений нормального рабочего режима до нуля в течение времени (перерыва электропитания), не превышающего 80 мс.

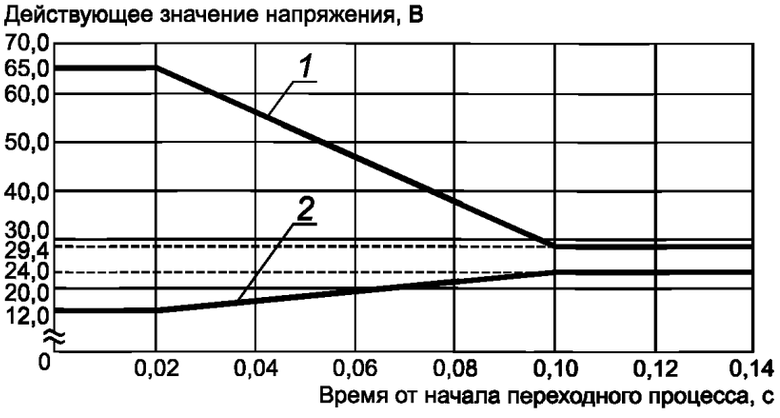
Таблица 3 — Нормальные рабочие характеристики постоянного тока систем 27 и 270 В

Наименование характеристики	Допустимое значение характеристики для системы		
	СЭС 27 В (первичная)	СЭС 27 В (вторичная)	СЭС 270 В
Установившаяся характеристика:			
- напряжение в точке регулирования, В	От 27 до 29	От 25,4 до 29,4	От 260 до 280
- напряжение на входных выводах приемников, В	От 24,0 до 29,4		От 250 до 280
- спектр максимальных пульсаций напряжения	См. рисунок 8		См. рисунок 13
- амплитуда пульсаций, В, не более	2		6
Переходная характеристика:			
- напряжение, В	См. рисунок 9	См. рисунок 10	См. рисунок 14
Примечание — Огибающие приведенных значений нормальных переходных напряжений постоянного тока, приведенные на рисунках 9, 10 и 14, указаны для внезапных изменений нагрузки от 10 до 160 % мощности канала (системы) и обратно при нормальной работе СЭС.			



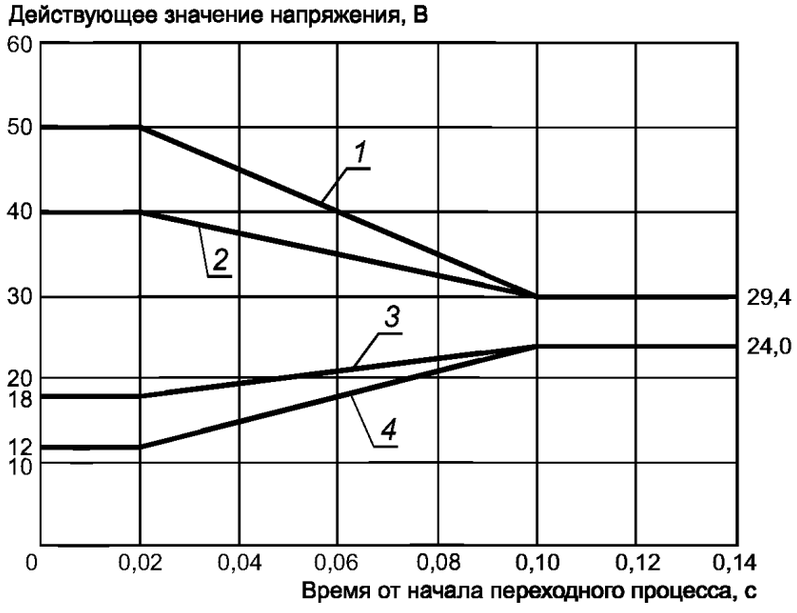
Частота, кГц	Напряжение, В
0,01	0,20
0,20	0,20/0,56
1,00	0,56/1,40
15,00	1,40/0,20

Рисунок 8 — Спектр максимальных пульсаций напряжения систем постоянного тока 27 В



1 — верхний предел действующего значения напряжения; *2* — нижний предел действующего значения напряжения

Рисунок 9 — Огибающие приведенных значений нормальных переходных напряжений первичных систем постоянного тока 27 В



1 — верхний предел при питании от СЭС переменной частоты; *2* — верхний предел при питании от СЭС постоянной частоты; *3* — нижний предел при питании от СЭС постоянной частоты; *4* — нижний предел при питании от СЭС переменной частоты

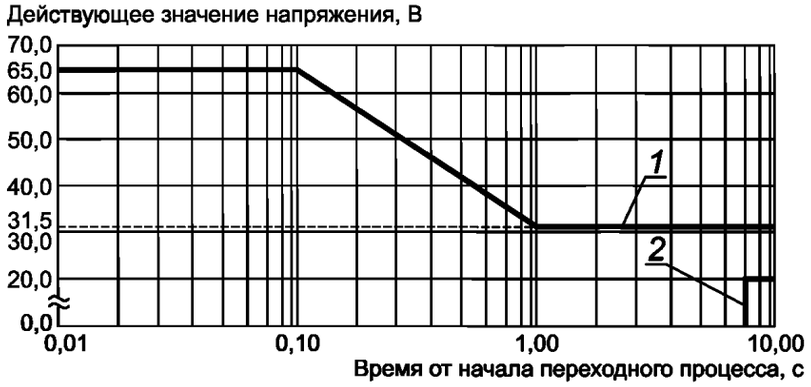
Рисунок 10 — Огибающие приведенных значений нормальных переходных напряжений вторичных систем постоянного тока 27 В

5.2.2.2 Ненормальная работа системы постоянного тока 27 В

Значения повышенных и пониженных напряжений первичных систем постоянного тока 27 В должны находиться в пределах, приведенных на рисунке 11.

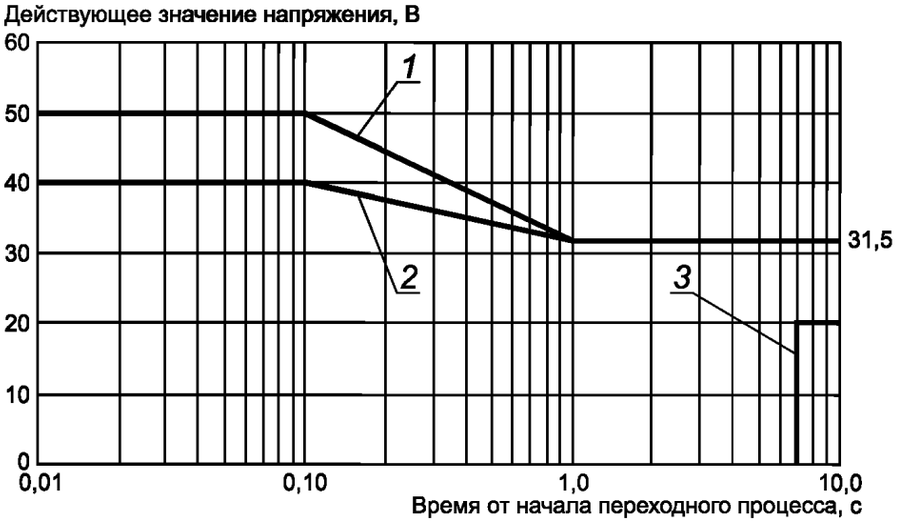
Значения повышенных и пониженных напряжений вторичных систем постоянного тока 27 В должны находиться в пределах, приведенных на рисунке 12.

Примечание — В технически обоснованных случаях по согласованию с заказчиком допускается увеличивать верхний предел напряжения при питании от СЭС переменной частоты выше 50 В, что должно быть оговорено в ТЗ на разработку СЭС.



1 — верхний предел действующего значения напряжения;
2 — нижний предел действующего значения напряжения

Рисунок 11 — Пределы приведенных значений ненормальных повышенных и пониженных напряжений первичных систем постоянного тока 27 В



1 — верхний предел при питании от СЭС переменной частоты;
2 — верхний предел при питании от СЭС постоянной частоты;
3 — нижний предел при питании от СЭС переменной и постоянной частот

Рисунок 12 — Пределы приведенных значений ненормальных повышенных и пониженных напряжений вторичных систем постоянного тока 27 В

5.2.2.3 Аварийная работа системы постоянного тока 27 В

Установившееся напряжение постоянного тока при аварийной работе — в диапазоне от 18 до 29,4 В.

5.2.2.4 Электрический запуск авиадвигателей и вспомогательной силовой установки

При запуске авиадвигателей и вспомогательной силовой установки (далее — ВСУ) от наземных и бортовых источников электроэнергии напряжение на распределительных устройствах СЭС может снижаться до 10 В в течение не более 1 с и до 14 В в течение не более 5 с, с последующим восстановлением напряжения до значения не менее 15 В в течение не более 40 с. Характеристики, работоспособность и условия эксплуатации приемников, которые должны работать или оставаться включенными в течение запуска авиадвигателей или ВСУ, приведены в эксплуатационной документации.

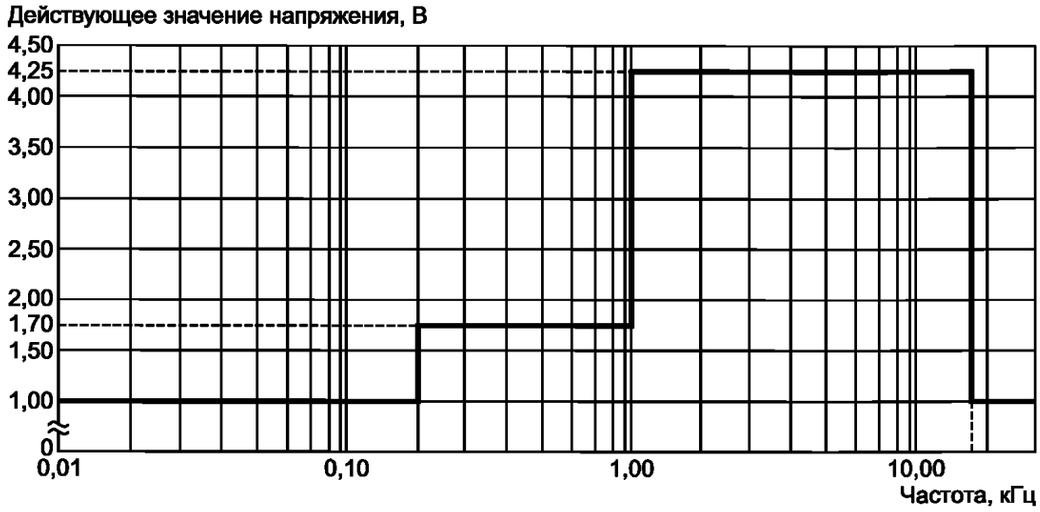
5.2.3 Система постоянного тока 270 В

5.2.3.1 Нормальная работа системы постоянного тока 270 В

Характеристики нормальной работы должны соответствовать значениям, приведенным на рисунках 13, 14 и в таблице 3.

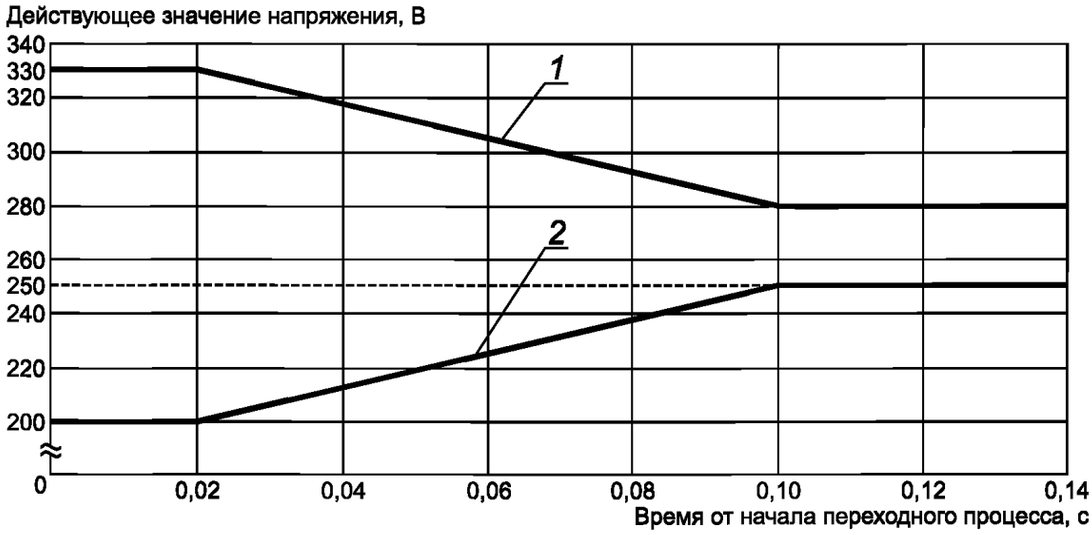
5.2.3.2 Ненормальная работа системы постоянного тока 270 В

Значения повышенных и пониженных напряжений должны быть в пределах, приведенных на рисунке 15.



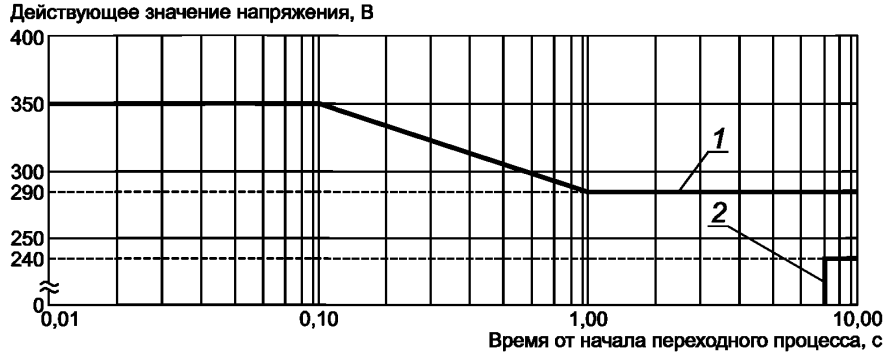
Частота, кГц	Напряжение, В
0,01	1,00
0,20	1,00/1,70
1,00	1,70/4,25
15,00	4,25/1,00
30,00	1,00

Рисунок 13 — Спектр максимальных пульсаций напряжения систем постоянного тока 270 В



1 — верхний предел действующего значения напряжения; *2* — нижний предел действующего значения напряжения

Рисунок 14 — Огибающие приведенных значений нормальных переходных напряжений систем постоянного тока 270 В



1 — верхний предел действующего значения напряжения;
2 — нижний предел действующего значения напряжения

Рисунок 15 — Пределы приведенных значений ненормальных повышенных и пониженных напряжений систем постоянного тока 270 В

5.2.3.3 Аварийная работа системы постоянного тока 270 В

Все характеристики электроэнергии при аварийной работе должны быть такими же, как при нормальной работе.

6 Основные требования к приемникам электроэнергии

6.1 Совместимость приемников с электропитанием

Приемники электроэнергии самолетов (вертолетов) должны быть совместимы с характеристиками электроэнергии и не должны потреблять электроэнергию более высокого качества, чем приведено в настоящем стандарте.

Если для нормальной работы приемника необходима электроэнергия с другими характеристиками или меньшими отклонениями, чем установлено в настоящем стандарте, то генерирование или преобразование электроэнергии или обеспечение меньших допусков должны осуществлять устройства, не входящие в СЭС и разрабатываемые разработчиком приемника по согласованию с разработчиком самолета или вертолета.

Допустимые нормы качества электроэнергии на выводах приемников, предназначенных для установки на самолеты или вертолеты, разработанные до 1 июля 2010 г., — в соответствии с приложениями В, Г, Д.

6.2 Назначение приемников электроэнергии

6.2.1 По назначению приемники электроэнергии делят на три категории:

- первая — приемники, необходимые для безопасного завершения полета и посадки;
- вторая — приемники, используемые для безопасного продолжения полета, выполнения задания и посадки;
- третья — приемники, выход которых из строя не влияет на безопасность полета.

6.2.2 При отказе всех основных источников электроэнергии питание приемников первой категории должно быть обеспечено аварийными источниками:

- до момента безопасного завершения полета и посадки на самолетах, не оборудованных ВСУ, — аккумуляторными батареями, генератором с приводом от выпускаемой в воздушный поток турбины или приводом от гидромотора;
- в процессе снижения до высоты запуска ВСУ и ее запуска на самолетах, оборудованных ВСУ, — аккумуляторными батареями, генератором с приводом от выпускаемой в воздушный поток турбины или приводом от гидромотора.

6.3 Работа приемников

6.3.1 Уровни выходных характеристик

При установленных в настоящем стандарте характеристиках каждый приемник электрической энергии должен обеспечивать уровень выходных характеристик соответственно требованиям его ТЗ (ТУ) для каждого условия работы. Работа приемников не должна вызывать выходы характеристик электроэнергии за установленные пределы, оказывать отрицательное влияние или создавать погрешности в работе СЭС при любом режиме ее работы.

6.3.2 Нормальная работа

При нормальной или частичной работе СЭС приемники электроэнергии всех категорий должны обеспечивать свои выходные характеристики соответственно требованиям их ТЗ (ТУ). По согласованию с заказчиком допускается прекращение работы приемника на время нормального перерыва электропитания и переходного процесса (переключение шин).

6.3.3 Ненормальная работа

При ненормальной работе СЭС выходные характеристики приемников первой и второй категорий должны соответствовать требованиям их ТЗ (ТУ) для этих условий.

На время ненормальной работы СЭС допускается прекращение работы приемников второй и третьей категорий, в ТЗ (ТУ) которых требования к выходным характеристикам при ненормальном электропитании не приведены.

После восстановления нормального электропитания приемники всех категорий должны автоматически и полностью восстанавливать свои характеристики. При ненормальной работе СЭС приемники всех категорий не должны создавать особые ситуации или режимы работы агрегатов и систем самолетов (вертолетов).

6.3.4 Переходная работа

При работе СЭС в условиях переключений работа приемника может не требоваться, если в его ТЗ (ТУ) не установлен требуемый при этом уровень характеристик. После переключений в СЭС требуемые характеристики всех приемников электроэнергии должны автоматически восстанавливаться.

6.3.5 Аварийная работа

При аварийной работе СЭС и электропитании от аварийного(ых) источника(ов) приемники первой категории должны обеспечивать уровни характеристик, установленные в их ТЗ (ТУ).

6.3.6 Электрический запуск

Приемники электроэнергии, предназначенные для работы во время электрического запуска двигателя или ВСУ, в том числе контроля двигателя или ВСУ, должны обеспечивать установленные в их ТЗ (ТУ) уровни характеристик.

6.4 Отказы и внезапные повышения потребляемой мощности приемников

Потеря питания переменным или постоянным током, отказы питания одной или более фаз переменного тока, внезапные повышения нагрузки, в том числе пусковые токи и токи импульсно-периодических нагрузок, не должны создавать опасные условия, причинять повреждения другому оборудованию и вызывать изменения характеристик электроэнергии на его входных выводах, выходящие за приведенные в настоящем стандарте пределы.

Пусковой ток приемника мощностью более 200 Вт (за исключением ламп-фар) не должен превышать пятикратное значение его номинального тока в течение не более 0,1 с или создавать импульсно-периодическое изменение потребляемого тока более 2 А. Применение приемников с импульсно-периодическими токами более 2 А должно быть согласовано с разработчиком СЭС.

6.5 Использование электроэнергии переменного тока

Приемники электроэнергии, потребляющие более 0,5 кВА, должны быть рассчитаны на использование трехфазного электропитания с установившимся небалансом мощностей фаз, соответствующим приведенному на рисунке 16.

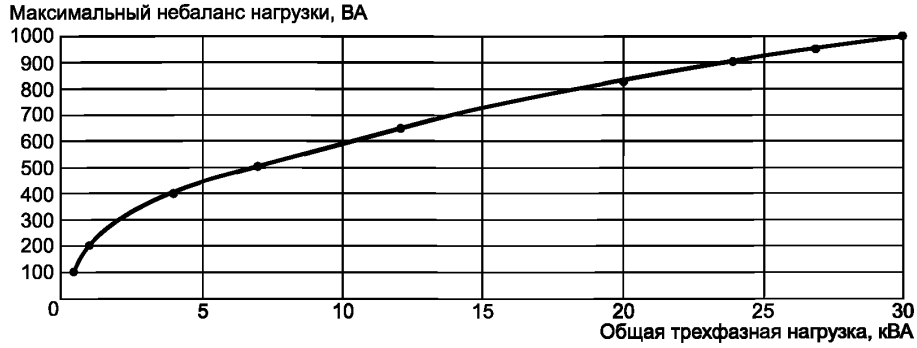
Небаланс нагрузок фаз при мощности приемника или общей нагрузки более 30 кВА — не более 3,33 % трехфазной нагрузки (мощность однофазных ламп-фар допускается до 1200 ВА).

Мощности приемников электроэнергии, питаемых при однополупериодном выпрямлении переменного тока, — не более 50 ВА.

Коэффициент искажения синусоидальности кривой потребляемого тока приемников мощностью 500 ВА и более — не более 35 %.

Постоянная составляющая установившейся силы тока приемника переменного тока — не более 2 % его номинального значения.

Однофазные нагрузки должны быть включены только на фазные напряжения.



Трехфазная нагрузка, кВА	0,5	1,0	4,0	7,0	12,0	20,0	24,0	27,0	30,0
Небаланс, ВА	100	200	390	500	650	825	900	950	1000

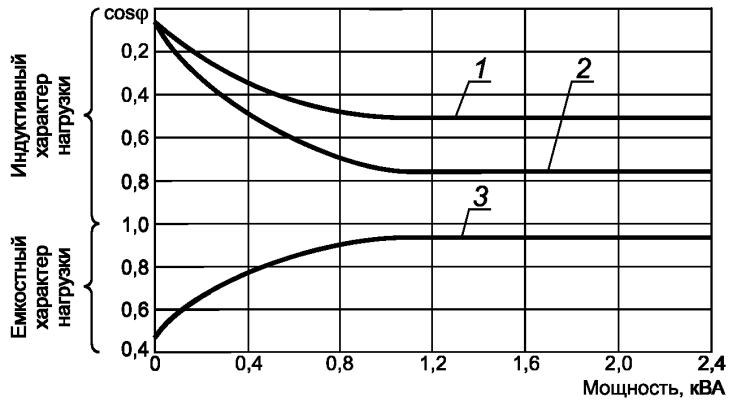
Рисунок 16 — Пределы небаланса нагрузок фаз трехфазного потребляющего оборудования

6.6 Коэффициенты мощностей приемников электроэнергии и общей нагрузки

Коэффициенты потребляемых мощностей в каждой фазе переменного тока должны соответствовать значениям, приведенным на рисунке 17 (пределы *2* и *3*).

В технически обоснованных случаях допускается применять асинхронные электродвигатели, минимальные коэффициенты мощностей которых не менее значений, приведенных на рисунке 17 (предел *1*).

Применение общей нагрузки с опережающим коэффициентом мощности недопустимо.



1 — асинхронные электродвигатели; *2* — индуктивная нагрузка; *3* — емкостная нагрузка

Рисунок 17 — Пределы значений коэффициента мощности приемника

6.7 Предпочтительное электропитание приемников

Приемники электроэнергии первой категории должны быть рассчитаны на питание постоянным током напряжением 27 В.

Приемники второй и третьей категорий должны быть рассчитаны на питание переменным током. В технически обоснованных случаях приемники второй и третьей категорий могут быть рассчитаны на питание постоянным током. Цепи управления приемниками допускается питать постоянным током. В обоснованных случаях для исключения перерывов электропитания в приемнике должны быть преду-

смотрены отдельные выводы для подключения к независимым каналам СЭС, электрическая изоляция которых друг от друга при потребляемой мощности до 500 Вт постоянного тока может быть обеспечена диодными развязками.

6.8 Заземление приемников

Все выводы входного электропитания, включая нейтрали переменного тока и отрицательные выводы постоянного тока, должны быть изолированы от корпуса (кожуха) приемника и его заземления. Корпус оборудования не должен быть использован как обратный провод электропитания.

6.9 Полярность и обратное чередование фаз

У однофазных приемников электроэнергии переменного тока не должна быть нарушена работоспособность при обратных соединениях с линией и нейтралью.

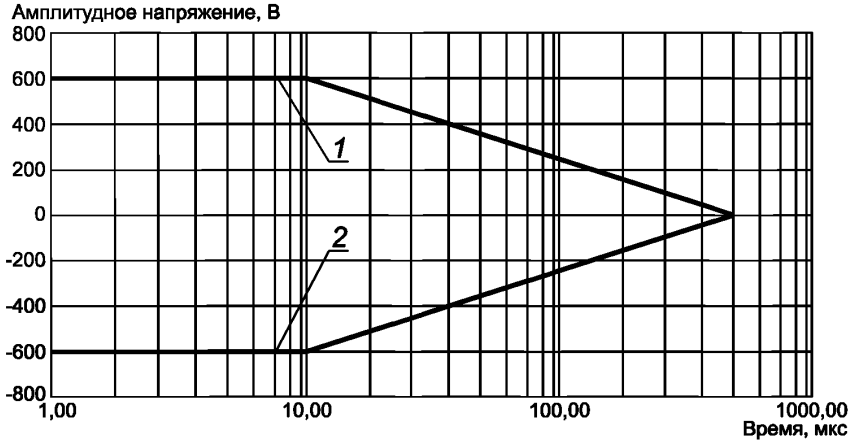
У приемников электроэнергии постоянного тока не должна быть нарушена работоспособность при обратных соединениях положительной и отрицательной полярностей.

Применение физических средств (методов), предотвращающих обратную полярность или чередование фаз, таких как использование различных конструкций подсоединения проводов или значений диаметров вилок в электрических соединениях, также удовлетворяет этому требованию.

6.10 Импульсы напряжения

Импульсы напряжения, возникающие в момент размыкания цепи на контактах коммутационных аппаратов со стороны выключаемых приемников электроэнергии или приходящие по цепям электропитания приемников электроэнергии переменного и постоянного токов, не должны выходить за пределы, приведенные на рисунке 18, или квалификационных требований [1], раздел 17.0.

Внутреннее сопротивление приемника, генерирующего импульсы напряжения, должно быть не менее 50 Ом.



1 — положительное амплитудное напряжение; *2* — отрицательное амплитудное напряжение

Рисунок 18 — Огибающие импульсов напряжения для приемников постоянного и переменного токов

6.11 Требования к испытаниям приемников

Испытания оборудования (приемников электроэнергии) необходимы для проверки их совместимости с характеристиками электроэнергии, приведенными в настоящем стандарте.

Нормы и методы испытаний должны соответствовать квалификационным требованиям [1] с учетом характеристик электроэнергии СЭС самолета (вертолета) или методическим указаниям, заданным в ТЗ на разработку приемника электроэнергии.

Приложение А
(справочное)

Преобразование напряжений в переходных режимах

А.1 Преобразование кривой напряжения в переходном режиме в эквивалентную характеристику

А.1.1 Общие условия преобразования напряжения в переходном режиме

А.1.1.1 Преобразование кривой переходного напряжения в эквивалентную характеристику осуществляют отдельно при повышении или понижении напряжения. Для преобразования кривой переходного напряжения переменного тока в эквивалентную характеристику вычерчивают огибающую кривую переходного напряжения переменного тока, как указано на рисунках А.1 и А.2, при этом значения переходного напряжения переменного тока для огибающей кривой должны быть уменьшены в $\sqrt{2}$ раза.

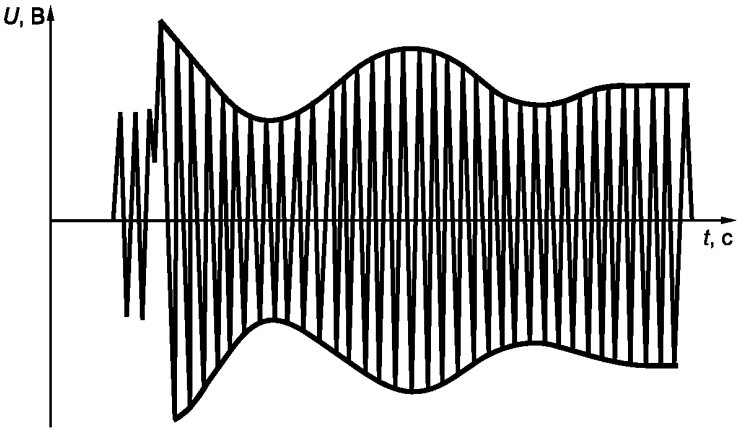


Рисунок А.1 — Изменение напряжения переменного тока при переходном режиме

Для напряжения постоянного тока вычерчивают кривую переходного напряжения, как указано на рисунке А.3, полученную непосредственно из расшифровки осциллографической записи (без уменьшения в $\sqrt{2}$ раза).

На полученные графики наносят предельные допустимые значения напряжения установившегося режима:

- 108 и 119 В — для напряжения переменного тока (рисунок А.2);
- 24,0 и 29,4 В — для напряжения постоянного тока (рисунок А.3).

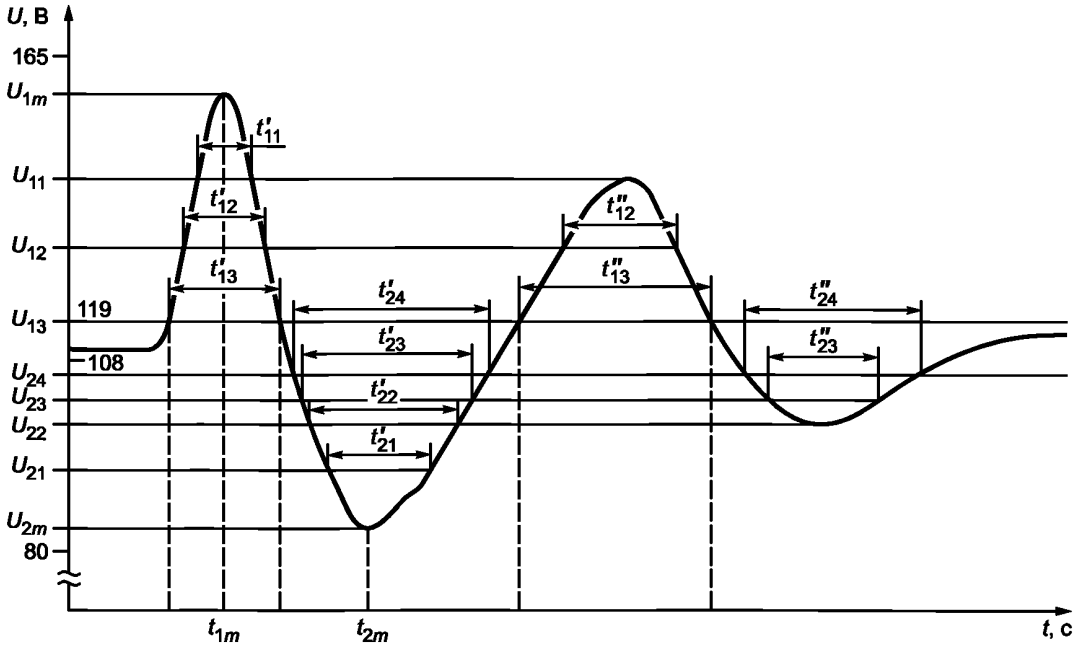


Рисунок А.2 — Огибающая кривой переходного напряжения переменного тока при переходном режиме

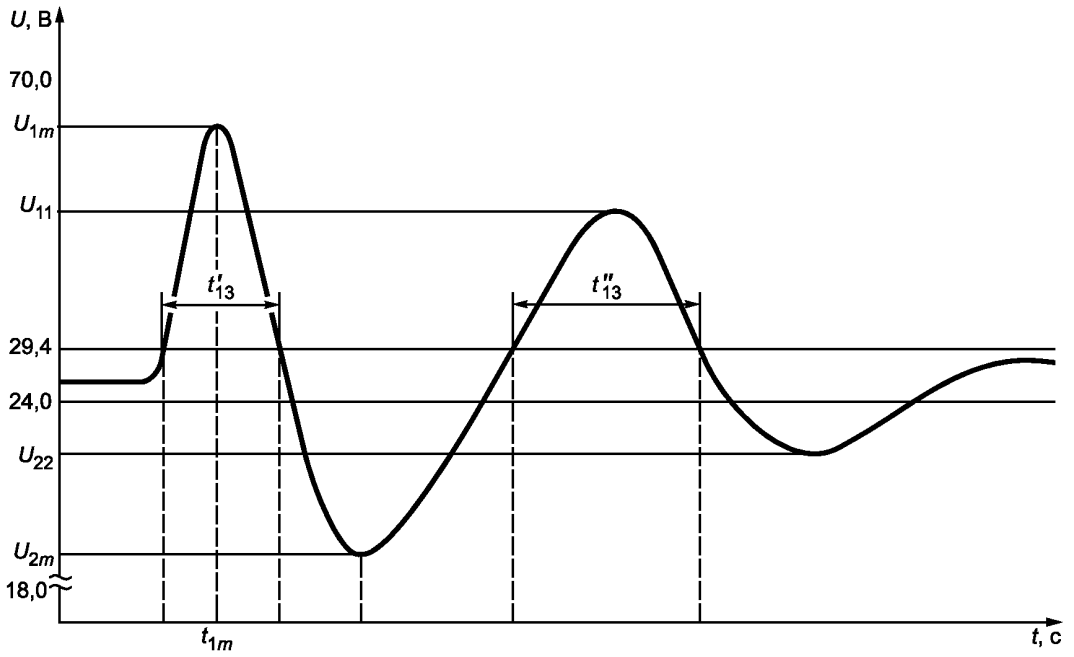


Рисунок А.3 — Изменение напряжения постоянного тока при переходном режиме

А.1.2 Преобразование повышенного переходного напряжения

А.1.2.1 Определяют наибольшее переходное напряжение (повышение напряжения) U_{1m} в соответствии с рисунками А.2, А.3 и откладывают его на рисунок А.4 по оси ординат.

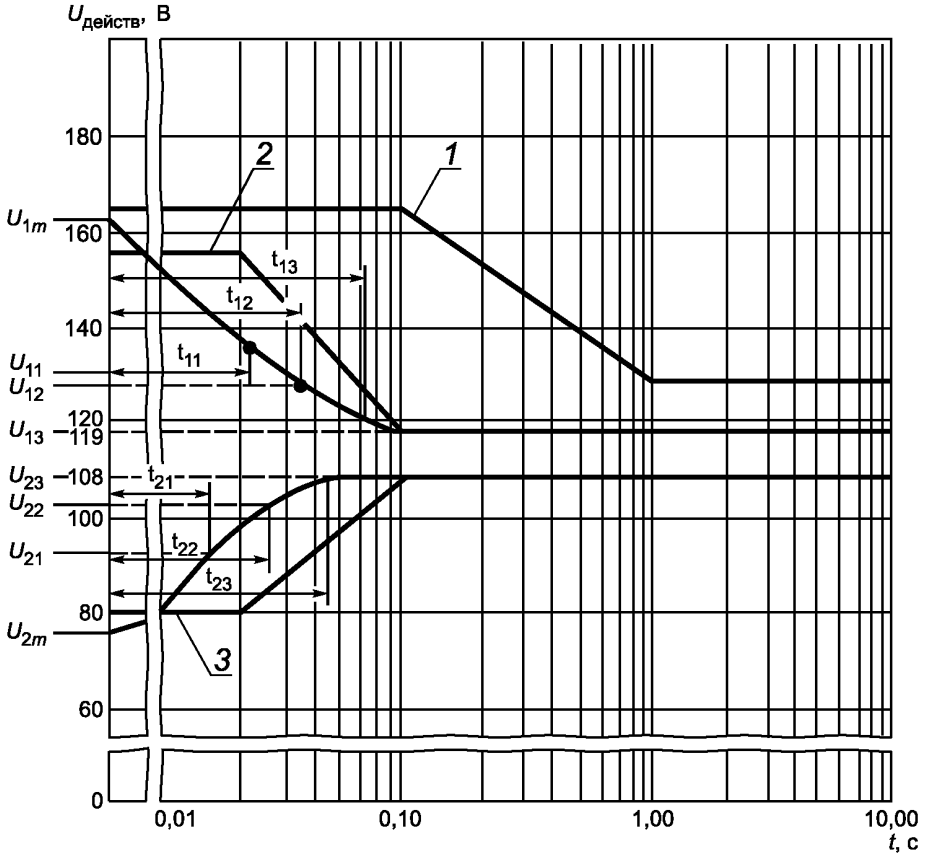


Рисунок А.4 — Пределы *1*—*3* значений приведенных переходных напряжений переменного тока

А.1.2.2 Между горизонтальной линией, соответствующей предельно допустимому напряжению 119 В переменного тока или 29,4 В в системе постоянного тока для установившегося режима нормальной работы, и наибольшим переходным повышением напряжения U_{1m} проводят несколько линий, параллельных оси абсцисс, через точки U_{11}, U_{12}, U_{13} и т. д. в соответствии с рисунками А.2, А.3.

Число точек U_{1i} выбирают таким, чтобы обеспечивалось построение эквивалентной кривой в соответствии с рисунком А.4 с приемлемой точностью, при этом одну из линий U_{1i}, например линию U_{11}, в соответствии с рисунком А.2 целесообразно проводить через максимальное значение повышения напряжения второго периода, если переходный процесс имеет колебательный характер.

А.1.2.3 На рисунок А.4 наносят точки с координатами U_{1i}, $t_{1i} = t'_{1i} + t''_{1i}$, в частности,

для U_{11}, $t_{11} = t'_{11}$, так как $t''_{11} = 0$;

для U_{12}, $t_{12} = t'_{12} + t''_{12}$ и т. д. (см. рисунки А.2, А.4).

А.1.2.4 Полученные точки — U_{1m}, $t_{1m} = 0$; U_{11}, t_{11}; U_{12} — соединяют плавной кривой в соответствии с рисунком А.4.

А.1.3 Преобразование пониженного переходного напряжения

А.1.3.1 Определяют наименьшее переходное напряжение (понижения напряжения) U_{2m} в соответствии с рисунком А.2 и откладывают его на рисунке А.4 на оси ординат.

А.1.3.2 Между горизонтальной линией, соответствующей предельно допустимому пониженному напряжению 108 В переменного тока или 24 В постоянного тока, и линией, соответствующей наибольшему значению пониженного переходного напряжения U_{2m}, проводят несколько линий, параллельных оси абсцисс, через точки U_{2i}, U_{21}, U_{22}, U_{23} и т. д. в соответствии с рисунками А.2, А.3. Число точек U_{2i} выбирают таким, чтобы обеспечивалось построение эквивалентной кривой в соответствии с рисунком А.4 с приемлемой точностью, при этом одну из точек U_{2i}, например U_{22}, в соответствии с рисунком А.2 целесообразно принять равной минимальному значению напряжения второго периода, если переходный процесс имеет колебательный характер.

А.1.3.3 На рисунке А.4 наносят точки с координатами U_{21}, $t_{2i} = t'_{2i} + t''_{2i}$, в частности,

для U_{21}, $t_{21} = t'_{21}$, так как $t''_{21} = 0$,

для U_{23}, $t_{23} = t'_{23} + t''_{23}$ и т. д.

А.2 Оценка допустимости переходных напряжений

А.2.1 Переходные напряжения будут соответствовать требованиям настоящего стандарта, если их эквивалентные кривые не будут пересекать границы соответствующих предельно допустимых значений этих характеристик (например, пределы *2* и *3* для нормального режима на рисунке А.4) и будут находиться внутри них. Переходный процесс, указанный на рисунке А.1, эквивалентные кривые которого даны на рисунке А.4, соответствует требованиям настоящего стандарта к ненормальным режимам и не соответствует требованиям стандарта к нормальным режимам.

А.2.2 Оценку повышений и понижений переходных напряжений в системах постоянного тока проводят аналогично. При этом необходимо проверять пересечение кривой напряжения постоянного тока в переходном режиме (рисунок А.3) с предельно допустимыми переходными напряжениями, приведенными на рисунках 9, 10, 11, 12, исходя из типа СЭС постоянного тока (первичная или вторичная СЭС) и ее режима работы (нормальный или ненормальный).

Приложение Б
(обязательное)

Определение пика напряжения, верхнего и нижнего пределов переходного напряжения для систем переменного тока переменной частоты

Б.1 Определение пика напряжения (U_p) в СЭС переменной частоты выполняется по следующей формуле

$$U_p = +/- U_{max\,vF} \cdot K_{a_{max}}, \quad (Б.1)$$

где $U_{max\,vF}$ — максимальное действующее значение (верхний предел) переходного напряжения в системе переменной частоты, В;

$K_{a_{max}}$ — максимальное значение коэффициента амплитуды.

Б.2 Верхний предел нормального переходного напряжения (действующее значение) в системах переменной частоты ($U_{max\,vF}$) рассчитывается по отклонениям рисунка 4 в системах постоянной частоты по формуле

$$U_{max\,vF} = U_{уст_{max\,vF}} + \left(U_{п_{max\,400}} - U_{уст_{max\,400}}\right) \cdot f_{max}/f_{min} \cdot S/1{,}5, \quad (Б.2)$$

где $U_{уст_{max\,vF}}$ = 122 В — максимальное напряжение в установившемся режиме работы в системе переменной частоты;

$U_{п_{max\,400}}$ = 155 В — максимальное переходное напряжение в системе постоянной частоты 400 Гц;

$U_{уст_{max\,400}}$ = 119 В — максимальное напряжение в установившемся режиме работы в системе постоянной частоты 400 Гц;

f_{max} — максимальная частота напряжения в системе переменной частоты, Гц;

f_{min} — минимальная частота напряжения в системе переменной частоты, Гц;

$S = P_{к_{max}}/P_{ном}$ — отношение максимальной коммутируемой мощности $\left(P_{к_{max}}\right)$, допустимой в системе, к номинальной мощности канала системы генерирования переменного тока ($P_{ном}$).

Б.3 Нижний предел нормального переходного напряжения (действующее значение) в системах переменной частоты ($U_{min\,vF}$) рассчитывается по отклонениям рисунка 4 в системах постоянной частоты по формуле

$$U_{min\,vF} = U_{уст_{min\,vF}} - \left(U_{уст_{min\,400}} - U_{п_{min\,400}}\right) \cdot f_{max}/f_{min} \cdot S/1{,}5, \quad (Б.3)$$

где $U_{уст_{min\,vF}}$ = 104 В — минимальное напряжение в установившемся режиме работы в системе переменной частоты;

$U_{уст_{min\,400}}$ = 108 В — минимальное напряжение в установившемся режиме работы в системе постоянной частоты 400 Гц;

$U_{п_{min\,400}}$ = 80 В — минимальное переходное напряжение в системе постоянной частоты 400 Гц;

f_{max} — максимальная частота напряжения в системе переменной частоты, Гц;

f_{min} — минимальная частота напряжения в системе переменной частоты, Гц;

$S = P_{к_{max}}/P_{ном}$ — отношение максимальной коммутируемой мощности $\left(P_{к_{max}}\right)$, допустимой в системе, к номинальной мощности канала системы генерирования переменного тока ($P_{ном}$).

Приложение В
(обязательное)

Допустимые нормы качества электроэнергии на выводах приемников, предназначенных для установки на самолеты и вертолеты, разработанные до 1 января 1983 г.

В.1 Приемники электроэнергии переменного тока 115/200 В, 400 Гц

В.1.1 Напряжение любой фазы на выводах приемников должно соответствовать диапазонам:

- от 108 до 120 В — при нормальной или частичной работе СЭС;
- от 104 до 125 В — при аварийной работе СЭС;
- от 94 до 132 В — при ненормальной работе СЭС.

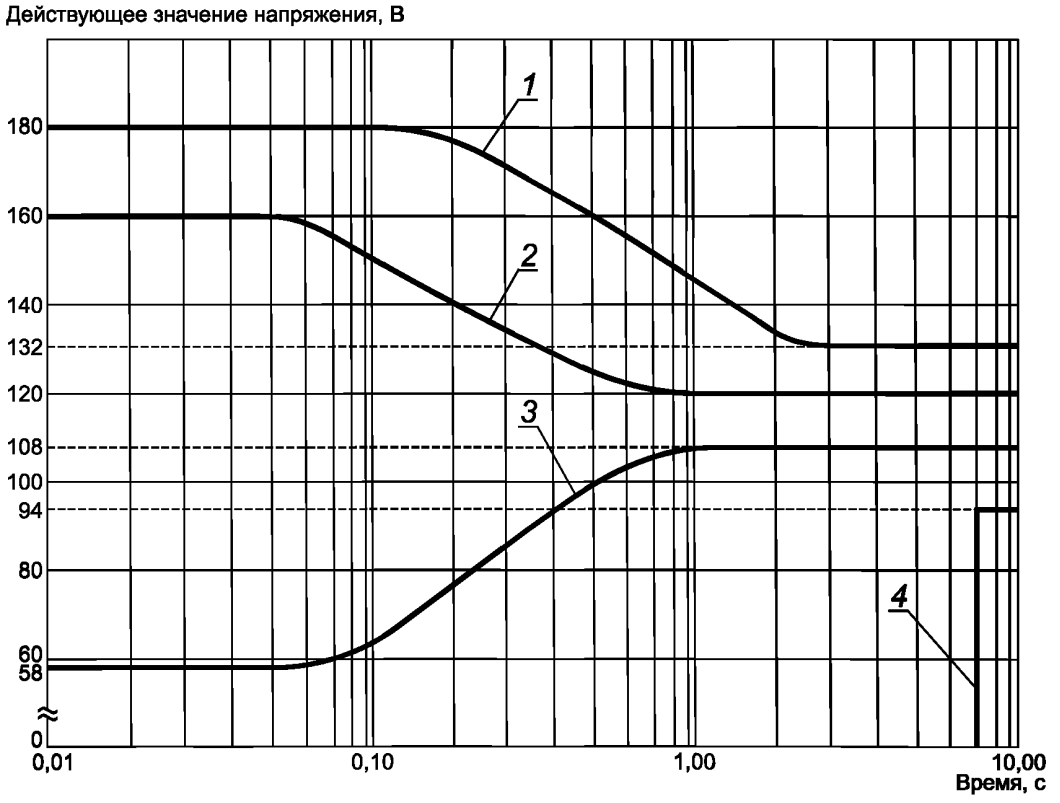
В.1.2 Разность значений фазных напряжений (небаланс) на выводах трехфазных приемников должна быть не более:

- 4 В — при нормальной или частичной работе СЭС;
- 6 В — при аварийной работе СЭС.

В.1.3 Несинусоидальность напряжения в установившемся режиме нормальной или частичной работы СЭС должна быть такой, чтобы:

- коэффициент искажения несинусоидальности кривой напряжения не превышал 8 %;
- действующее значение любой отдельной высшей гармоники не превышало 5 % действующего значения основной гармоники напряжения;
- коэффициент амплитуды составлял 1,41 ± 0,15.

В.1.4 Приведенные переходные напряжения на выводах приемников должны соответствовать пределам, указанным на рисунке В.1.



1 и *4* — верхний и нижний пределы при ненормальной работе СЭС;
2 и *3* — верхний и нижний пределы при нормальной или частичной работе СЭС

Рисунок В.1, лист 1 — Допускаемые пределы значений ступенчатой характеристики переходного напряжения переменного тока

Время, с	Напряжение, В, для предела			
	1	*2*	*3*	*4*
0,01	180	160	58	0
0,02				
0,05				
0,10		150	65	
0,20	175	140	80	
0,50	162	124	102	
1,00	148	120	108	
3,00	132			
7,00				От 0 до 94

Рисунок В.1, лист 2

В.2 Приемники электроэнергии постоянного тока 27 В

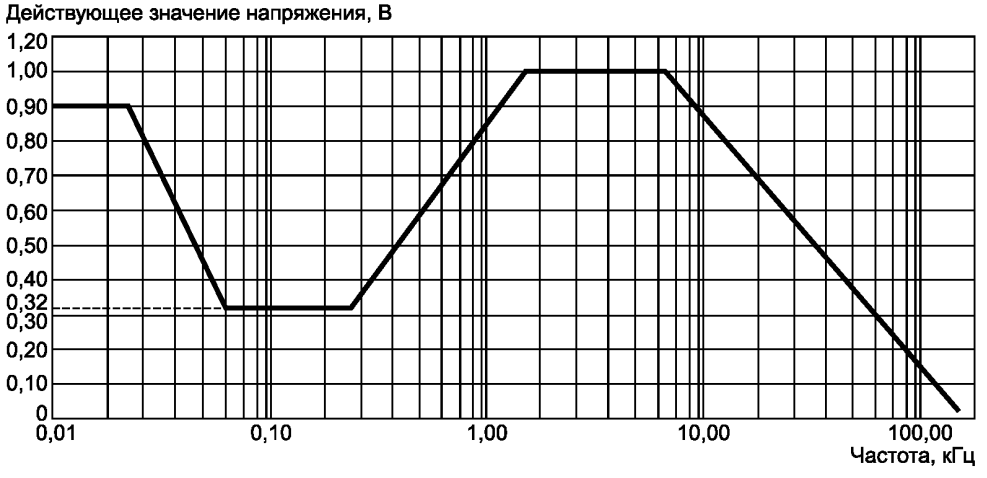
В.2.1 Напряжение на выводах приемников в установившихся режимах должно соответствовать диапазонам:
- от 24,0 до 29,4 В — при нормальной или частичной работе СЭС;
- от 18,0 до 31,0 В — при аварийной работе СЭС;
- от 21,0 до 33,0 В — при ненормальной работе СЭС.

В.2.2 Коэффициент пульсации напряжения постоянного тока на выводах приемника должен быть не более 7,4 % номинального значения.

Частотные составляющие пульсации напряжения должны соответствовать значениям, указанным на рисунке В.2.

В.2.3 Приведенные переходные напряжения на выводах приемника в системах, питаемых генераторами, должны соответствовать пределам, указанным на рисунке В.3.

В.2.4 Приведенные переходные напряжения на выводах приемника в системах, питаемых выпрямительными устройствами, должны соответствовать пределам, указанным на рисунке В.4.



Частота, кГц	0,010	0,025	0,060	0,250	1,700	6,500
Напряжение, В	0,90		0,32		1,00	

Рисунок В.2 — Пределы значений частотных составляющих пульсаций напряжения 27 В постоянного тока

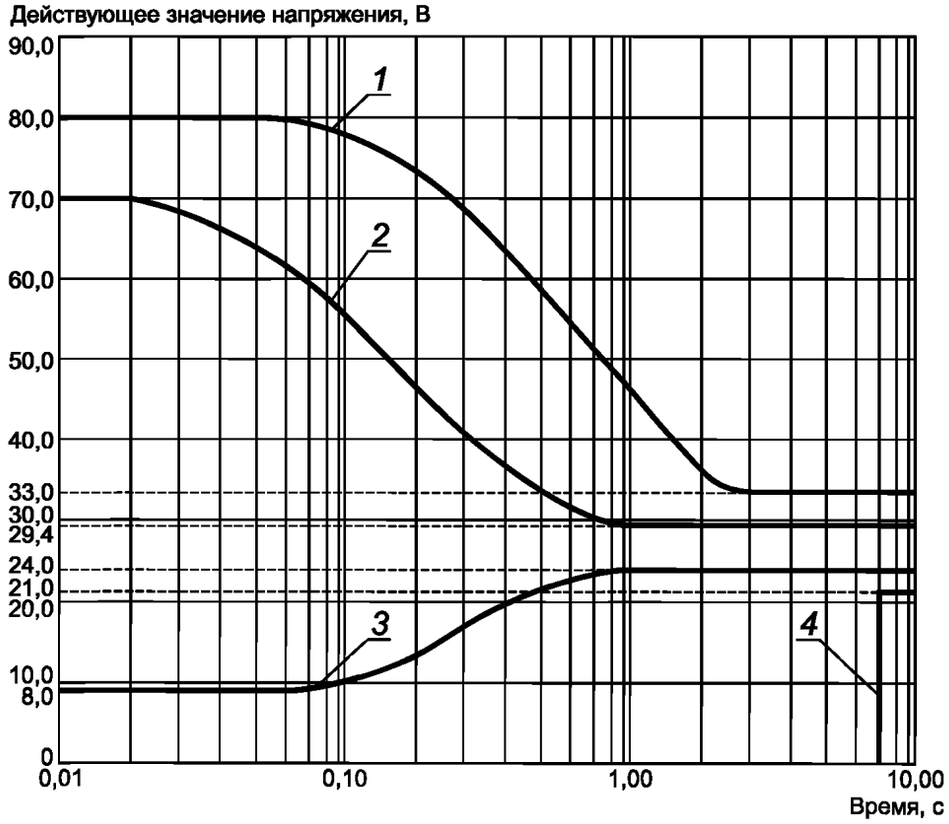
В.3 Перерывы электропитания в системах электроснабжения переменного тока 115/200 В, 400 Гц и постоянного тока 27 В

В.3.1 При нормальных переключениях шин или источников питания переменного и постоянного токов напряжение на выводах приемников может изменяться от нормальных пределов до нуля в течение времени (перерыва электропитания) не более 80 мс.

В.4 Импульсы напряжения в системах электроснабжения переменного тока 115/200 В, 400 Гц и постоянного тока 27 В

В.4.1 Импульсы напряжения, поступающие на питающие шины систем электроснабжения при отключениях приемников электроэнергии, должны быть в пределах:

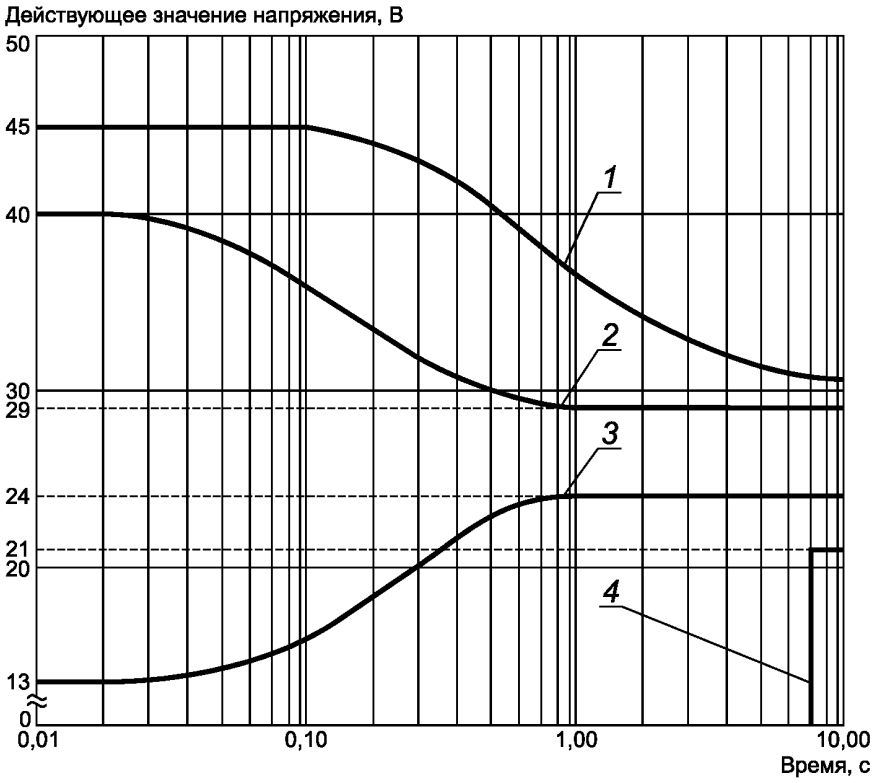
- от минус 70 до плюс 70 В (амплитудное значение) длительностью от 0,05 до 5,00 мкс — для системы электроснабжения переменного трехфазного тока;
- от минус 50 до плюс 50 В (амплитудное значение) длительностью от 0,05 до 5,00 мкс — для системы электроснабжения постоянного тока и накладываться на напряжение шин в момент поступления.



1 и *4* — верхний и нижний пределы при ненормальной работе СЭС;
2 и *3* — верхний и нижний пределы при нормальной или частичной работе СЭС

Время, с	Напряжение, В, для предела			
	1	*2*	*3*	*4*
0,01	80	70,0	8	0
0,02				
0,05		64,0		
0,10	78	55,0	10	
0,20	73	45,5	15	
0,50	62	33,0	22	
1,00	49	29,4	24	
3,00	33			
7,00				От 0 до 21

Рисунок В.3 — Пределы значений приведенных переходных напряжений постоянного тока в системах, питаемых генераторами



1 и *4* — верхний и нижний пределы при ненормальной работе СЭС;
2 и *3* — верхний и нижний пределы при нормальной или частичной работе СЭС

Время, с	Напряжение, В, для предела			
	1	*2*	*3*	*4*
0,01	45,0	40,0	13,0	0
0,02				
0,05		39,0	13,5	
0,10		37,0	15,3	
0,20	44,0	33,5	18,5	
0,50	40,5	30,0	22,5	
1,00	37,0	29,0	24,0	
3,00	33,0			
7,00	32,0			От 0 до 21

Рисунок В.4 — Допускаемые пределы значений ступенчатой характеристики переходного напряжения постоянного тока в системах, питаемых выпрямительными устройствами от генераторов переменного тока постоянной частоты

Приложение Г
(обязательное)

Допустимые нормы качества электроэнергии на выводах приемников, предназначенных для установки на самолеты и вертолеты, разработанные до 1 января 1990 г.

Г.1 Приемники электроэнергии переменного тока 115/200 В, 400 Гц

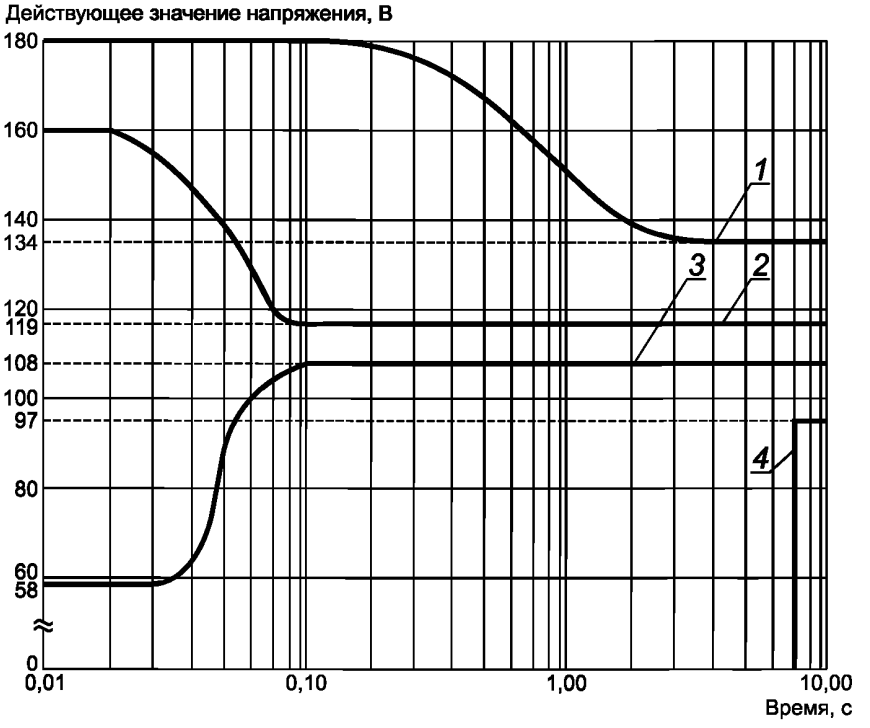
Г.1.1 Напряжение любой фазы на выводах приемников должно соответствовать диапазонам:

- от 108 до 119 В — при нормальной или частичной работе СЭС;
- от 102 до 124 В — при аварийной работе СЭС;
- от 97 до 134 В — при ненормальной работе СЭС.

Г.1.2 Несинусоидальность напряжения в установившемся режиме нормальной или частичной работы СЭС должна быть такой, чтобы:

- коэффициент искажения несинусоидальности кривой напряжения не превышал 8 %;
- действующее значение любой отдельной высшей гармоники не превышало 5 % действующего значения основной гармоники напряжения;
- коэффициент амплитуды составлял 1,41 ± 0,15.

Г.1.3 Приведенные переходные напряжения на выводах приемников должны соответствовать пределам, указанным на рисунке Г.1.



1 и *4* — верхний и нижний пределы при ненормальной работе СЭС; *2* и *3* — верхний и нижний пределы при нормальной или частичной работе СЭС

Рисунок Г.1 — Пределы значений приведенных переходных напряжений переменного тока

Время, с	Напряжение, В, для предела			
	1	*2*	*3*	*4*
0,01	180	160	58	0
0,02				
0,05		139	86	
0,10		119	108	
0,20	175			
0,50	162			
1,00	148			
3,00	134			
7,00				От 0 до 97

Г.2 Приемники электроэнергии постоянного тока 27 В

Г.2.1 Напряжение на выводах приемников в установившихся режимах должно соответствовать диапазонам:

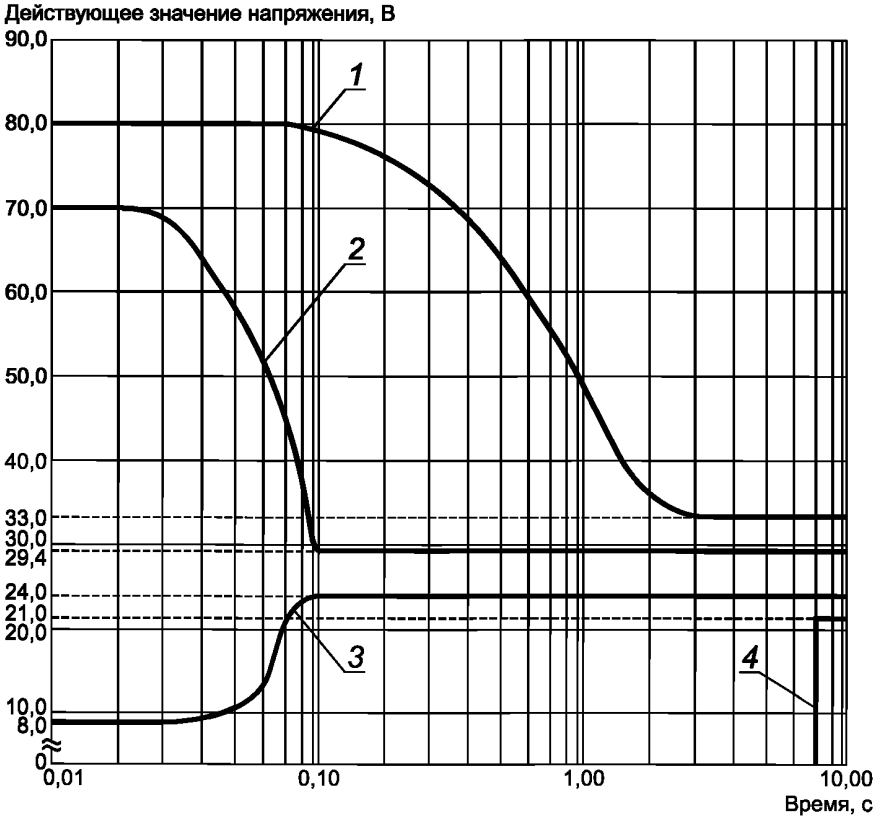
- от 24,0 до 29,4 В — при нормальной или частичной работе СЭС;
- от 18,0 до 31,0 В — при аварийной работе СЭС;
- от 21,0 до 33,0 В — при ненормальной работе СЭС.

Г.2.2 Коэффициент пульсации напряжения постоянного тока на выводах приемника — не более 7,4 % номинального значения.

Частотные составляющие пульсации напряжения должны соответствовать значениям, указанным на рисунке В.2 приложения В.

Г.2.3 Приведенные переходные напряжения на выводах приемника в системах, питаемых генераторами, должны соответствовать пределам, указанным на рисунке Г.2.

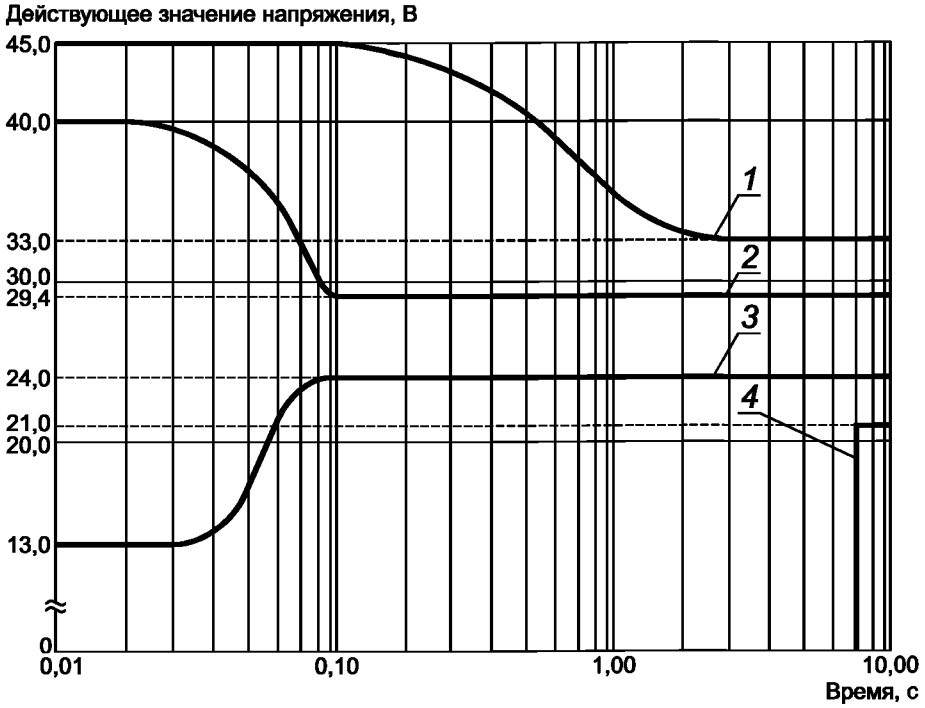
Г.2.4 Приведенные переходные напряжения на выводах приемника в системах, питаемых выпрямительными устройствами, должны соответствовать пределам, указанным на рисунке Г.3.



Время, с	Напряжение, В, для предела			
	1	*2*	*3*	*4*
0,01	80	70,0	8	0
0,02				
0,05		57,0	12	
0,08		38,0	20	
0,10	78	29,4	24	
0,20	73			
0,50	62			
1,00	49			
3,00	33			
7,00				От 0 до 21

1 и *4* — верхний и нижний пределы при ненормальной работе СЭС; *2* и *3* — верхний и нижний пределы при нормальной или частичной работе СЭС

Рисунок Г.2 — Пределы значений приведенных переходных напряжений постоянного тока в системах, питаемых генераторами



1 и *4* — верхний и нижний пределы при ненормальной работе СЭС; *2* и *3* — верхний и нижний пределы при нормальной или частичной работе СЭС

Рисунок Г.3 — Допускаемые пределы значений ступенчатой характеристики переходного напряжения постоянного тока в системах, питаемых выпрямительными устройствами от генераторов переменного тока постоянной частоты

Время, с	Напряжение, В, для предела			
	1	*2*	*3*	*4*
0,01	45,0	40,0	13,0	0
0,02				
0,05		37,0	17,0	
0,08		31,0	22,5	
0,10		29,4	24,0	
0,20	44,0			
0,50	40,5			
1,00	37,0			
3,00	33,0			
7,00				От 0 до 21

Г.3 Перерывы электропитания в системах электроснабжения переменного тока 115/200 В, 400 Гц и постоянного тока 27 В

Г.3.1 При нормальных переключениях шин или источников питания переменного и постоянного токов напряжение на выводах приемников может изменяться от нормальных пределов до нуля в течение времени (перерыва электропитания) не более 80 мс.

Г.4 Импульсы напряжения в системах электроснабжения переменного тока 115/200 В, 400 Гц и постоянного тока 27 В

Г.4.1 Импульсы напряжения, поступающие на питающие шины систем электроснабжения при отключениях приемников электроэнергии, должны быть в пределах:

- от минус 70 до плюс 70 В (амплитудное значение) длительностью от 0,05 до 5,00 мкс для системы электроснабжения переменного трехфазного тока;
- от минус 50 до плюс 50 В (амплитудное значение) длительностью от 0,05 до 5,00 мкс для системы электроснабжения постоянного тока и накладываться на напряжение шин в момент поступления.

Приложение Д
(обязательное)

Допустимые нормы качества электроэнергии на выводах приемников, предназначенных для установки на самолеты и вертолеты, разработанные до 1 июля 2010 г.

Д.1 Приемники электроэнергии переменного тока 115/200 В, 400 Гц

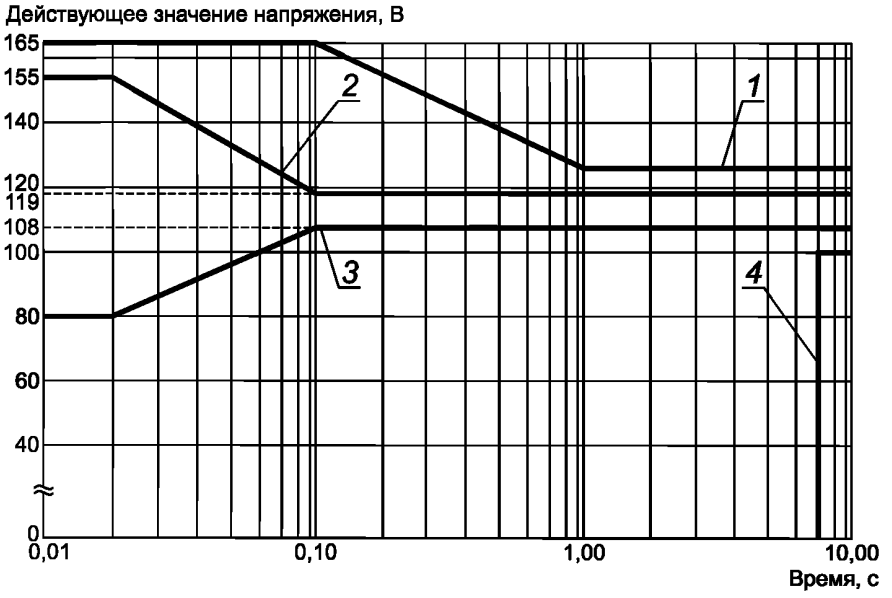
Д.1.1 Напряжение любой фазы на выводах приемников должно соответствовать диапазонам:

- от 108 до 119 В — при нормальной или частичной работе СЭС;
- от 104 до 122 В — при аварийной работе СЭС;
- от 100 до 127 В — при ненормальной работе СЭС.

Д.1.2 Несинусоидальность напряжения в установившемся режиме нормальной или частичной работы СЭС должна быть такой, чтобы:

- коэффициент искажения несинусоидальности кривой напряжения не превышал 8 %;
- действующее значение любой отдельной высшей гармоники не превышало 5 % действующего значения основной гармоники напряжения;
- коэффициент амплитуды составлял 1,41 ± 0,15.

Д.1.3 Приведенные переходные напряжения на выводах приемников должны соответствовать пределам, указанным на рисунке Д.1.



Время, с	Напряжение, В, для предела			
	1	*2*	*3*	*4*
0,01	165	155	80	0
0,02				
0,05		137	96	
0,10		119	108	
0,20	152			
0,50	139			
1,00	127			
7,00				От 0 до 100

1 и *4* — верхний и нижний пределы при ненормальной работе СЭС; *2* и *3* — верхний и нижний пределы при нормальной или частичной работе СЭС

Рисунок Д.1 — Пределы значений приведенных переходных напряжений переменного тока

Д.2 Приемники электроэнергии постоянного тока 27 В

Д.2.1 Напряжение на выводах приемников в установившихся режимах должно соответствовать диапазонам:

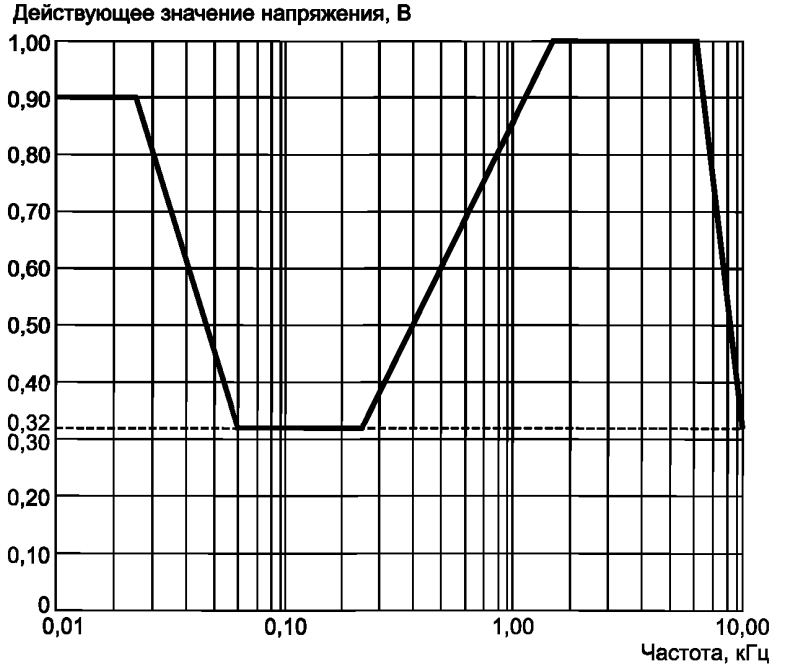
- от 24,0 до 29,4 В — при нормальной или частичной работе СЭС;
- от 18,0 до 31,0 В — при аварийной работе СЭС;
- от 21,0 до 31,5 В — при ненормальной работе СЭС.

Д.2.2 Коэффициент пульсации напряжения постоянного тока на выводах приемника — не более 7,4 % номинального значения.

Частотные составляющие пульсации напряжения должны соответствовать значениям, указанным на рисунке Д.2.

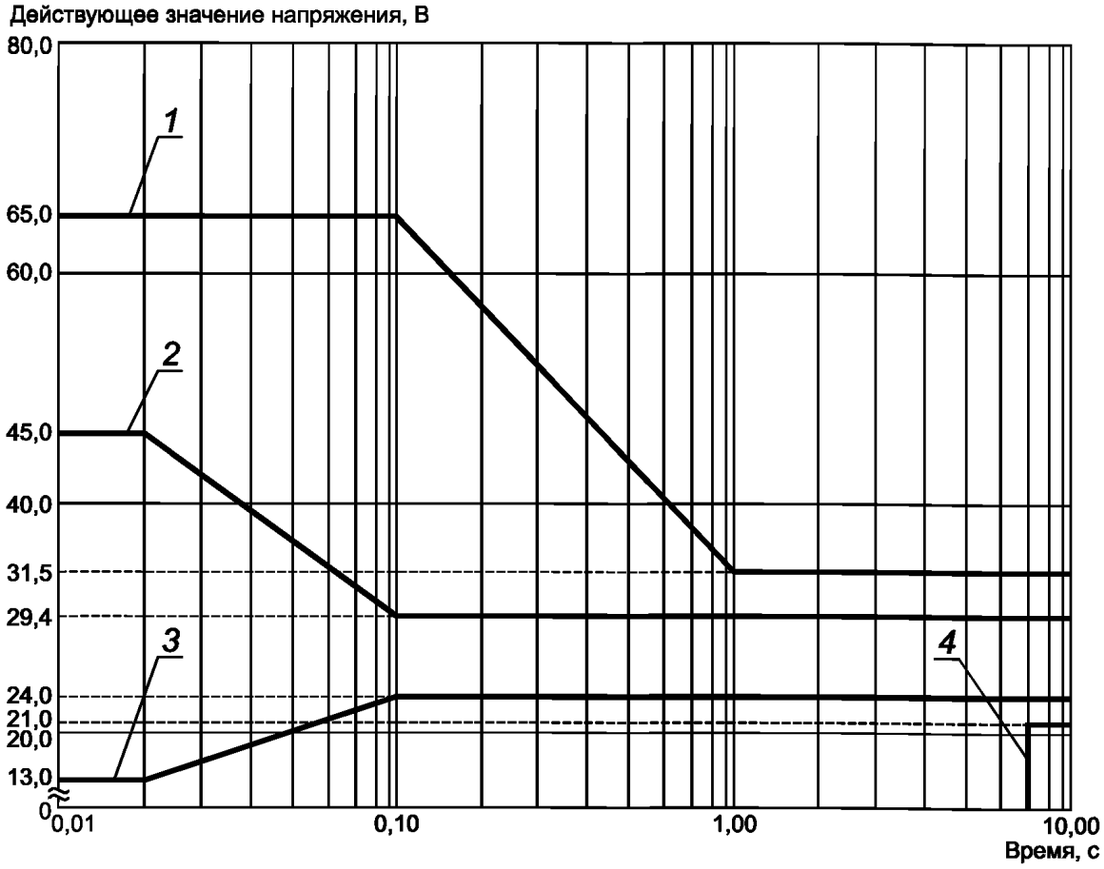
Д.2.3 Приведенные переходные напряжения на выводах приемника в системах, питаемых генераторами, должны соответствовать пределам, указанным на рисунке Д.3.

Д.2.4 Приведенные переходные напряжения на выводах приемника в системах, питаемых выпрямительными устройствами, должны соответствовать пределам, указанным на рисунке Д.4.



Частота, Гц	Напряжение, В
0,010	0,90
0,025	
0,060	0,32
0,250	
1,700	1,00
6,000	
10,000	0,32

Рисунок Д.2 — Пределы значений частотных составляющих пульсаций напряжения 27 В постоянного тока



1 и *4* — верхний и нижний пределы при ненормальной работе СЭС;
2 и *3* — верхний и нижний пределы при нормальной или частичной работе СЭС

Время, с	Напряжение, В, для предела			
	1	*2*	*3*	*4*
0,01	65,0	45,0	13,0	0
0,02				
0,05		36,0	20,0	
0,10		29,4	24,0	
0,20	53,5			
0,50	41,0			
1,00	31,5			От 0 до 21
7,00				

Рисунок Д.3 — Пределы значений приведенных переходных напряжений постоянного тока в системах, питаемых генераторами

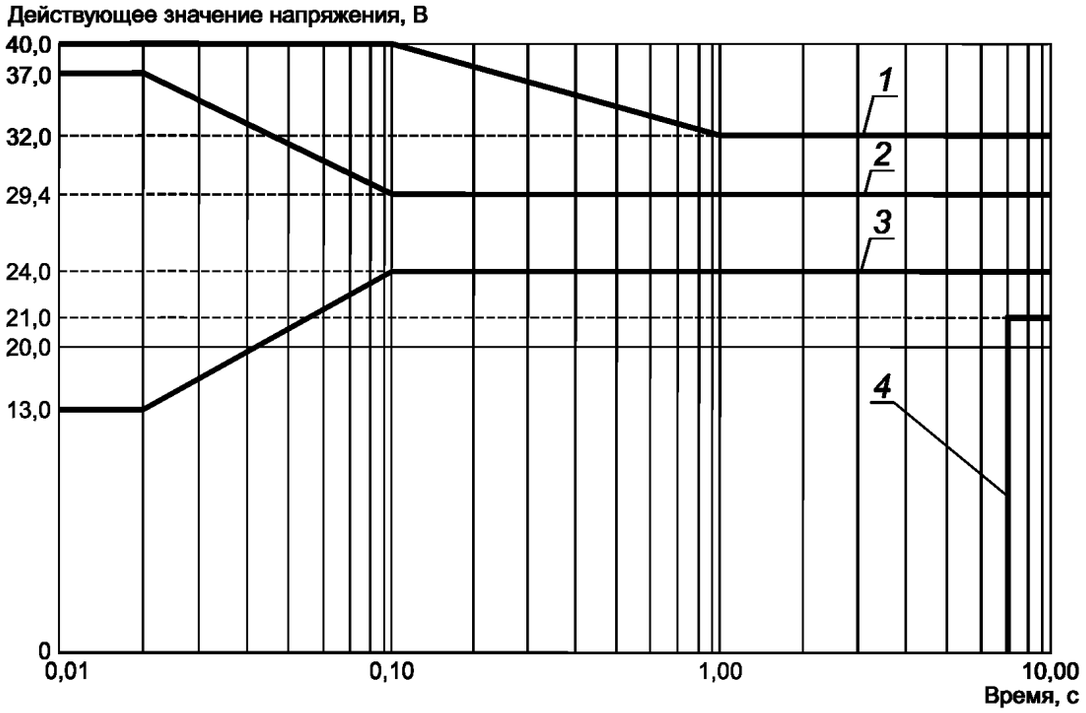
Д.3 Перерывы электропитания в системах электроснабжения переменного тока 115/200 В, 400 Гц и постоянного тока 27 В

Д.3.1 При нормальных переключениях шин или источников питания переменного и постоянного токов напряжение на выводах приемников может изменяться от нормальных пределов до нуля в течение времени (перерыва электропитания) не более 80 мс.

Д.4 Импульсы напряжения в системах электроснабжения переменного тока 115/200 В, 400 Гц и постоянного тока 27 В

В.4.1 Импульсы напряжения, поступающие на питающие шины систем электроснабжения при отключениях приемников электроэнергии, должны быть в пределах:

- от минус 70 до плюс 70 В (амплитудное значение) длительностью от 0,05 до 5,00 мкс — для системы электроснабжения переменного трехфазного тока;
- от минус 50 до плюс 50 В (амплитудное значение) длительностью от 0,05 до 5,00 мкс — для системы электроснабжения постоянного тока и накладываться на напряжение шин в момент поступления.



1 и *4* — верхний и нижний пределы при ненормальной работе СЭС;
2 и *3* — верхний и нижний пределы при нормальной или частичной работе СЭС

Время, с	Напряжение, В, для предела			
	1	*2*	*3*	*4*
0,01	40,0	37,0	13,0	0
0,02				
0,05		32,0	19,5	
0,10		29,4	24,0	
0,20	37,5			
0,50	33,5			
1,00	31,5			
7,00				От 0 до 21

Рисунок Д.4 — Пределы значений приведенных переходных напряжений постоянного тока в системах, питаемых выпрямительными устройствами от генераторов переменного тока постоянной частоты

Библиография

[1] Квалификационные требования КТ 160G/14G — Условия эксплуатации и окружающей среды для бортового авиационного оборудования. (Внешние воздействующие факторы — ВВФ). Требования, нормы и методы испытаний

УДК 629.7.064.5:006.354 ОКС 49.060

Ключевые слова: система электроснабжения, самолет, вертолет, общие требования, нормы качества электроэнергии

БЗ 12—2017/99

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Л.В. Софейчук*

Сдано в набор 10.01.2018. Подписано в печать 13.02.2018. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,18. Тираж 25 экз. Зак. 169.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандартов

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001, Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru