

ВЫПИСКА

из Протокола 45-го заседания Электроэнергетического Совета СНГ

(25 апреля 2014 года, г. Баку)

О проекте Технических требований к регистраторам показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи

(Новак А.В., Мишук Е.С., Джаксалиев Б.М., Сниккарс П.Н., Алиев Н.А.)

Электроэнергетический Совет Содружества Независимых Государств

решил:

1. Утвердить Технические требования к регистраторам показателей качества электроэнергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи **(Приложение)**.

2. Рекомендовать органам управления электроэнергетикой государств-участников СНГ применять Технические требования при разработке соответствующих национальных документов.

3. Рекомендовать Рабочей группе по метрологическому обеспечению электроэнергетической отрасли СНГ осуществлять мониторинг применения Технических требований в государствах-участниках СНГ.

УТВЕРЖДЕНЫ

Решением Электроэнергетического Совета СНГ

Протокол № 45 от 25 апреля 2014 года

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕГИСТРАТОРАМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫМ ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Разработаны Обществом с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «Энерготехника» (ООО НПП «Энерготехника»), ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	2
1. Область применения.....	2
2. Нормативные ссылки.....	3
3. Термины, определения, сокращения и обозначения.....	5
4. Общие положения.....	11
5. Измеряемые параметры.....	11
6. Требования к алгоритмам и методам измерений.....	14
7. Требования к метрологическим характеристикам.....	26
8. Требования к функциональным характеристикам.....	32
9. Условия применения.....	38

10. Требования к измерительным входам.....	40
11. Требования к электропитанию.....	40
12. Требования к времени установления рабочего режима и продолжительности непрерывной работы.....	42
13. Требования к устойчивости и прочности при климатических и механических воздействиях.....	42
14. Требования к конструкции.....	42
15. Требования к программному обеспечению.....	44
16. Требования безопасности.....	45
17. Требования электромагнитной совместимости.....	46
18. Требования к надежности.....	47
19. Требования к маркировке.....	47
20. Требования к комплектности.....	48
21. Требования к упаковке.....	49
22. Требования к транспортированию и хранению.....	49

Введение

Регистраторы показателей качества электрической энергии (далее – приборы) являются специальными средствами измерений показателей качества электрической энергии (ПКЭ) и других параметров электроэнергетических величин. Данные средства измерений в течение длительного времени накапливают (регистрируют) результаты измерений и производят их статистическую обработку. Получаемые с помощью приборов статистические характеристики предназначены для сравнения с нормативными значениями ПКЭ, установленными в соответствующих стандартах.

В последнее время в области нормативно-методического обеспечения контроля качества электрической энергии произошли существенные перемены, которые потребовали значительной коррекции взглядов на контроль качества электрической энергии и в частности на средства измерений, предназначенные для решения этой измерительной задачи. Настоящие Технические требования разработаны на основе анализа и обобщения положений, действующих в настоящее время стандартов на нормы, методы и средства измерений ПКЭ.

1 Область применения

Настоящие Технические требования распространяется на средства измерений показателей качества электрической энергии и других параметров электроэнергетических величин, применяемые для измерительного контроля и анализа качества электрической энергии при передаче электрической энергии по межгосударственным линиям электропередачи.

Пункты контроля качества электрической энергии на МГЛЭП расположены на электрических подстанциях среднего, высокого и сверхвысокого напряжения, являющихся типичными производственными объектами электросетевых компаний. Следовательно, настоящие Технические требования могут быть использованы и для установления

требований к средствам измерений ПКЭ, применяемым для решения широкого круга измерительных задач, связанных с качеством электрической энергии в электроэнергетике.

2 Нормативные ссылки

В настоящих Технических требованиях использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.601–2006 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ 8.417–2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

ГОСТ 9.014–78 Единая система защиты от коррозии и старения. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования

ГОСТ 26.020–80 Шрифты для средств измерений и автоматизации. Начертания и основные размеры

ГОСТ 27.002–89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 1983–2001 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия

ГОСТ 7396.1–89 (МЭК 83–75) Соединители электрические штепсельные бытового и аналогичного назначения. Основные размеры

ГОСТ 7746–2001 Трансформаторы тока. Общие технические условия

ГОСТ 13109–97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 14192–96 Маркировка грузов

ГОСТ 14254–96 (МЭК 529–89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)

ГОСТ 15150–69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 22261–94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 23217–78 Приборы электроизмерительные аналоговые с непосредственным отсчетом. Наносимые условные обозначения

ГОСТ 26828–86 Изделия машиностроения и приборостроения. Маркировка

ГОСТ 27883–88 Средства измерения и управления технологическими процессами. Надежность. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 29322–92 (МЭК 38–83) Стандартные напряжения

ГОСТ 30804.4.7–2013¹⁾ Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств

¹⁾ Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (Протокол № 55-П от 25.03.2013).

ГОСТ 30804.4.15–2002²⁾ Совместимость технических средств электромагнитная. Фликерметр. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.4.30–2013¹⁾ Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии

ГОСТ 31819.22–2012 (IEC 62053–22:2003) Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S

ГОСТ 31819.23–2012 (IEC 62053–23:2003) Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Счетчики статические реактивной энергии

ГОСТ 32144–2013¹⁾ Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ Р 8.654–2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения

ГОСТ Р 51317.2.4–2000 (МЭК 61000–2–4–94) Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитная обстановка. Уровни электромагнитной совместимости для низкочастотных кондуктивных помех в системах электроснабжения промышленных предприятий

ГОСТ Р 51317.3.2–2006 (МЭК 61000–3–2:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.3.3–2008 (МЭК 61000–3–3:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в низковольтных системах электроснабжения общего назначения. Технические средства с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе), подключаемые к электрической сети при несоблюдении определенных условий подключения. Нормы и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.7–2008 (МЭК 61000–4–7:2002) Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств

ГОСТ Р 51317.4.30–2008 (МЭК 61000–4–30:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерения показателей качества электрической энергии

ГОСТ Р 51318.11–2006 (СИСПР 11:2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Промышленные, научные, медицинские и бытовые (ПНМБ) высокочастотные устройства. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений

ГОСТ Р 51522.1–2011 (МЭК 61326–1:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ Р 52319–2005 (МЭК 61010–1:2001) Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р 54130–2010 Качество электрической энергии. Термины и определения

ГОСТ Р 54149–2010 Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы

¹⁾ Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (Протокол № 55-П от 25.03.2013).

²⁾ На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51317.4.15-99.

качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ДСТУ EN 50160:2010 Характеристики напряжения в системах электроснабжения общего назначения

Примечание – При использовании настоящих Технических требований целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при использовании настоящего документа следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, сокращения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем документе применены термины с соответствующими определениями, установленные в ГОСТ 13109, ГОСТ Р 54130, ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30), ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7), а также следующие термины и определения:

3.1.1 верхнее (нижнее) значение показателей качества электрической энергии: Значение верхней (нижней) границы диапазона, которому принадлежат 95% результатов измерений за время проведения испытаний.

3.1.2 наибольшее (наименьшее) значение показателей качества электрической энергии: Наибольшее (наименьшее) из всех измеренных за время проведения испытаний значений ПКЭ.

3.1.3 маркированные данные: Термин, применяемый для обозначения результатов измерений показателей качества электрической энергии и результатов объединения измеренных значений показателей на временных интервалах, в пределах которых имели место прерывания, провалы напряжения или перенапряжения. [ГОСТ Р 51317.4.30-2008, пункт 3.6]

3.1.4 электрические величины: Физические величины, используемые в электроэнергетике для описания технологических процессов и решения измерительных задач, возникающих при производстве, передаче и использовании электрической энергии.

Примечание - В настоящих Технических требованиях в качестве электрических величин рассматриваются: переменное напряжение, сила тока, углы фазовых сдвигов, мощность и электроэнергия.

3.1.5 параметр (электрической величины): Величина, рассматриваемая при измерении данной электроэнергетической величины как вспомогательная, количественно характеризующая какое-либо свойство данной электроэнергетической величины.

Пример – В качестве параметров силы электрического тока используются: среднеквадратическое значение силы тока, коэффициент искажения синусоидальности тока и др.

3.1.6 статистические характеристики ПКЭ: результаты математической обработки объединенных (усредненных) на стандартных интервалах времени (см. п. 6.2.4) результатов измерений ПКЭ, используемые при контроле качества электрической энергии для сравнения с нормативными значениями.

Примечание – В качестве статистических характеристик в настоящем документе используются: наибольшее и наименьшее значения ПКЭ (см. п. 3.1.2), верхнее и нижнее значения ПКЭ (см. п. 3.1.1), относительное время выхода значений ПКЭ за пределы области нормально допустимых значений и относительное время выхода значений ПКЭ за пределы области предельно допустимых значений.

3.1.7 среднеквадратическое значение напряжения: Значение, равное корню квадратному из среднего арифметического значения квадратов мгновенных значений напряжения, измеренных в течение установленного интервала времени и в установленной полосе частот.

Примечания

1. Время измерения среднеквадратического значения напряжения, используемого при обнаружении и определении параметров провалов напряжений, перенапряжений и прерываний напряжений, в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) равно одному периоду сигнала основной частоты (п. 6.4.1).

2. Время измерения среднеквадратического значения напряжения, используемого для определения ПКЭ, характеризующих медленные изменения напряжения, в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) равно длительности основного измерительного интервала (10 периодов сигналов основной частоты) или длительности интервалов времени, используемых для определения объединенных (усредненных) результатов измерений (п. 6.2).

3. Полоса частот при измерении среднеквадратического значения напряжения включает гармонические составляющие с 1 до 50 порядка.

3.1.8 среднеквадратическое значение силы тока: Значение, равное корню квадратному из среднего арифметического значения квадратов мгновенных значений силы тока, измеренных в течение установленного интервала времени и в установленной полосе частот.

Примечания

1. Время измерения среднеквадратического значения силы тока в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) равно длительности основного измерительного интервала (10 периодов сигналов основной частоты) или длительности интервалов времени, используемых для определения объединенных (усредненных) результатов измерений (п. 6.2).

2. Полоса частот при измерении среднеквадратического значения силы тока включает гармонические составляющие с 1 до 50 порядка.

3.2 Сокращения

В настоящих Технических требованиях используются следующие сокращения:

СИ – средство измерений;

ПКЭ – показатели качества электрической энергии;

ПО – программное обеспечение;

UTC (SU) – национальная шкала координированного времени, принятая в Российской Федерации;

ГЛОНАСС – глобальная навигационная спутниковая система;

GPS (Global Positioning System) – система глобального позиционирования.

3.3 Обозначения

В настоящем документе применены следующие обозначения:

f – частота, Гц;

$f_{\text{ном}}$ – номинальное значение частоты, Гц;

h – номер интергармонической составляющей;

i – номер основного измерительного интервала времени входящего в интервал объединения;

I – ток (включает гармоники, интергармоники, информационные сигналы в

электрических сетях), А, кА;

Примечание - здесь и далее в качестве значения тока используется среднеквадратическое значение силы тока, определенное на интервалах времени, установленных в п. 6.2, если не указано иное.

I_0 – ток нулевой последовательности, А, кА;

I_1 – ток прямой последовательности, А, кА;

I_2 – ток обратной последовательности, А, кА;

$I_{(1)}$ – ток основной частоты, А, кА;

$I_{\text{макс}}$ – максимальное значение тока, А, кА;

$I_{\text{ном}}$ – номинальное значение тока, А, кА;

$I_{sg(n)}$ – ток n -ой гармонической подгруппы, А, кА;

$I_{sg(1)}$ – ток первой гармонической подгруппы, А, кА;

$I_{isg(h)}$ – ток h -ой интергармонической центрированной подгруппы, А, кА;

k – количество основных измерительных интервалов времени в интервале объединения;

K_{0I} – коэффициент несимметрии токов по нулевой последовательности, %;

K_{0U} – коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности, %;

K_{2I} – коэффициент несимметрии токов по обратной последовательности, %;

K_{2U} – коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности, %;

K_I – коэффициент искажения синусоидальности тока (суммарный коэффициент гармонических составляющих тока), %;

$K_{I(n)}$ – коэффициент n -ой гармонической составляющей тока, %;

$K_{Iig(h)}$ – коэффициент h -й интергармонической составляющей тока, %;

K_U – коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения (суммарный коэффициент гармонических составляющих), %;

$K_{U(n)}$ – коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения, %;

$K_{Uig(h)}$ – коэффициент h -ой интергармонической составляющей напряжения, %;

$K_{\text{пер}U}$ – коэффициент временного перенапряжения;

$m_{\text{в}}$ – количество значений ПКЭ, выходящих за верхнее нормально допустимое значение;

$m_{\text{н}}$ – количество значений ПКЭ, выходящих за нижнее нормально допустимое значение;

n – номер гармонической составляющей;

N – общее количество результатов измерений ПКЭ;

N_1 – количество результатов измерений ПКЭ, вышедших за диапазон нормально допустимых значений;

N_2 – количество результатов измерений ПКЭ, вышедших за диапазон предельно допустимых значений;

$N_{\text{в}}$ – упорядоченный номер верхнего значения ПКЭ;

N_n – упорядоченный номер нижнего значения ПКЭ;

N_Σ – количество результатов измерений ПКЭ за интервал испытаний;

P – активная мощность (включает мощности гармоник, интергармоник, информационных сигналов в электрических сетях), Вт, кВт, МВт;

P_0 – активные мощности нулевой последовательности, Вт, кВт;

P_1 – активные мощности прямой последовательности, Вт, кВт, МВт;

P_2 – активные мощности обратной последовательности, Вт, кВт;

$P_{(1)}$ – активная мощность основной частоты, Вт, кВт, МВт;

$P_{(n)}$ – активная мощность n -ой гармонической составляющей, Вт, кВт;

P_{fl} – длительная доза фликера;

P_{st} – кратковременная доза фликера;

Q – реактивная мощность (включает мощности гармоник, интергармоник, информационных сигналов в электрических сетях), вар, квар, Мвар;

Q_0 – реактивные мощности нулевой последовательности, вар, квар;

Q_1 – реактивные мощности прямой последовательности, вар, квар, Мвар;

Q_2 – реактивные мощности обратной последовательности, вар, квар;

$Q_{(1)}$ – реактивная мощность основной частоты, вар, квар, Мвар;

$Q_{(n)}$ – реактивная мощность n -ой гармонической составляющей, вар, квар;

S – полная мощность (включает мощности гармоник, интергармоник, информационных сигналов в электрических сетях), В·А, кВ·А, МВ·А;

S_0 – полные мощности нулевой последовательности, В·А, кВ·А;

S_1 – полные мощности прямой последовательности, В·А, кВ·А, МВ·А;

S_2 – полные мощности обратной последовательности, В·А, кВ·А;

$S_{(1)}$ – полная мощность основной частоты, В·А, кВ·А, МВ·А;

$S_{(n)}$ – полная мощность n -ой гармонической составляющей, В·А, кВ·А;

t_0 – момент времени начала измерительного интервала при переходе сигнала напряжения через нулевое значение, с;

t_1 – момент времени начала измерительного интервала без привязки к переходу сигнала напряжения через нулевое значение, с;

$t_{и}$ – длительность импульса напряжения, с;

$t_{п}$ – длительность провала напряжения, с;

$t_{пер}$ – длительность прерывания напряжения, с;

$t_{перU}$ – длительность временного перенапряжения, с;

T – период сигнала основной частоты, с;

T_o – средняя наработка на отказ, ч;

$T_{сл}$ – средний срок службы, лет;

T_b – среднее время восстановления, ч.;

$u(t)$ – сигнал напряжения;

U – напряжение (включает гармоники, интергармоники, информационные сигналы в электрических сетях), В, кВ;

Примечание - здесь и далее в качестве значения напряжения используется среднеквадратическое значение напряжения, определенное на интервалах времени, установленных в п. 6.2, если не указано иное.

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение электрической сети, В, кВ;

U_c – согласованное напряжение электропитания, В, кВ;

$U_{\text{звх}}$ – заявленное входное напряжение (заявленное поставляемое напряжение), равное номинальному напряжению электрической сети или согласованному напряжению электропитания, В, кВ;

U_{10T} – значение напряжения, определенное на основном измерительном интервале времени, равном 10T, В, кВ;

$U_{10T,i}$ – значение напряжения на i -ом основном измерительном интервале времени, входящем в объединенный интервал времени, В, кВ;

$U_{10T(-),i}$ – пониженное значение напряжения на i -ом основном измерительном интервале, входящем в объединенный интервал времени, В, кВ;

$U_{10T(+),i}$ – повышенное значение напряжения на i -ом основном измерительном интервале, входящем в объединенный интервал времени, В, кВ;

$U_{m(-)}$ – пониженное значение напряжения на объединенном интервале, В, кВ;

$U_{m(+)}$ – повышенное значение напряжения на объединенном интервале, В, кВ;

$U_{(1)}$ – напряжение основной частоты, В, кВ;

$U_{1(m\phi)}$ – напряжение прямой последовательности трехфазной системы междуфазных напряжений, В, кВ;

$U_{2(m\phi)}$ – напряжение обратной последовательности трехфазной системы междуфазных напряжений, В, кВ;

$U_{1(\phi)}$ – напряжение прямой последовательности трехфазной системы фазных напряжений, В, кВ;

$U_{2(\phi)}$ – напряжение обратной последовательности трехфазной системы фазных напряжений, В, кВ;

$U_{0(\phi)}$ – напряжение нулевой последовательности трехфазной системы фазных напряжений, В, кВ;

$U_{sg(n)}$ – напряжение n -ой гармонической подгруппы, В, кВ;

$U_{sg(1)}$ – напряжение первой гармонической подгруппы, В, кВ;

$U_{g(n)}$ – напряжение n -ой гармонической группы, В, кВ;

$U_{g(1)}$ – напряжение первой гармонической группы, В, кВ;

$U_{isg(h)}$ – напряжение h -ой интергармонической центрированной подгруппы, определяемое в соответствии с ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7), В;

$U_{\text{rms}(1/2)}$ – напряжение, определенное за период сигнала основной частоты, получаемое через интервал времени, равный половине периода основной частоты, В, кВ;

$U_{\text{rms}(1)}$ – напряжение, определенное за период сигнала основной частоты, получаемое через интервал времени, равный периоду основной частоты, В, кВ;

$U_{sr(n)}$ – значение скользящего опорного напряжения сравнения, применяемое для

определения случайных событий, В, кВ;

$U_{sr(n-1)}$ – предыдущее значение скользящего опорного напряжения сравнения, В, кВ;

$U_{пр}$ – остаточное напряжение провала, В, кВ;

$U_{пер}$ – максимальное значение напряжения при перенапряжении, В, кВ;

$U_{ис}$ – напряжение информационных сигналов в электрической сети, В;

U_A – амплитуда импульса напряжения, В;

W_A – активная энергия, Вт·ч, кВт·ч, МВт·ч;

W_P – реактивная энергия, вар·ч, квар·ч, Мвар·ч;

$X_{нб}$ – наибольшее значение ПКЭ из всех результатов измерений, в единицах измеряемой величины;

$X_{нм}$ – наименьшее значение ПКЭ из всех результатов измерений, в единицах измеряемой величины;

X_v – верхнее значение ПКЭ из диапазона, содержащего 95 % результатов измерений, в единицах измеряемой величины;

X_n – нижнее значение диапазона ПКЭ, содержащего 95 % результатов измерений, в единицах измеряемой величины;

$X_{нб}^I$ – наибольшее значение ПКЭ из всех результатов измерений в интервале времени наибольших нагрузок, в единицах измеряемой величины;

$X_{нм}^I$ – наименьшее значение ПКЭ из всех результатов измерений в интервале времени наибольших нагрузок, в единицах измеряемой величины;

X_v^I – верхнее значение ПКЭ из диапазона, содержащего 95 % результатов измерений в интервале времени наибольших нагрузок, в единицах измеряемой величины;

X_n^I – нижнее значение диапазона ПКЭ, содержащего 95 % результатов измерений в интервале времени наибольших нагрузок, в единицах измеряемой величины;

γ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %;

δ – пределы допускаемой основной относительной погрешности, %;

$\delta U_{пр}$ – глубина провала напряжения, %;

δU_y – установившееся отклонение напряжения, %;

$\delta U_{(+)}$ – положительное отклонение напряжения, %;

$\delta U_{(-)}$ – отрицательное отклонение напряжения, %;

Δ – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, в единицах измеряемой величины;

Δf – отклонение частоты, Гц;

ϕ_I – угол фазового сдвига между токами основной частоты, в градусах;

ϕ_U – угол фазового сдвига между напряжениями основной частоты, в градусах;

ϕ_{UI} – угол фазового сдвига между напряжением и током основной частоты, в градусах;

ϕ_{U0} – угол фазового сдвига между симметричными составляющими напряжения и тока нулевой последовательности, в градусах;

φ_{U1} – угол фазового сдвига между симметричными составляющими напряжения и тока прямой последовательности, в градусах;

φ_{U2} – угол фазового сдвига между симметричными составляющими напряжения и тока обратной последовательности, в градусах;

$\varphi_{U(n)}$ – угол фазового сдвига между гармоническими составляющими напряжения и тока, в градусах;

T1 – относительное время выхода за границы диапазона нормально допустимых значений, %;

T2 – относительное время выхода за границы диапазона предельно допустимых значений, %.

4 Общие положения

Приборы должны соответствовать настоящим Техническим требованиям, а также требованиям ГОСТ 22261, ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30), ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7), ГОСТ 30804.4.15.

В обоснованных случаях приборы могут не соответствовать требованиям настоящих Технических требований или для них могут быть установлены иные требования (по согласованию смежных субъектов).

5 Измеряемые параметры

5.1 Приборы должны измерять все или некоторые из перечисленных ниже параметров электрических величин.

5.2 Группы измеряемых параметров:

- параметры напряжения, являющиеся ПКЭ;
- дополнительные параметры напряжения;
- параметры силы тока;
- параметры углов фазовых сдвигов;
- параметры электрической мощности;
- электрическая энергия.

5.3 Показатели качества электрической энергии

5.3.1 Общие положения

Измеряемые ПКЭ и дополнительные параметры напряжения относятся к фазным и (или) междуфазным напряжениям.

При использовании трехфазной трехпроводной схемы подключения приборы должны измерять параметры междуфазных напряжений, а при использовании трехфазной четырехпроводной схемы подключения приборы должны измерять параметры фазных и (или) междуфазных напряжений.

5.3.2 Продолжительные изменения характеристик напряжения

Приборы должны измерять следующие ПКЭ, характеризующие продолжительные изменения характеристик напряжения:

- положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$;

- отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$;
- установившееся отклонение напряжения δU_y ;
- отклонение частоты Δf ;
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} ;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности (только для трехфазной четырехпроводной схемы подключений) K_{0U} ;
- суммарный коэффициент гармонических составляющих (коэффициент искажения синусоидальности напряжения) K_U ;
- коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения (или напряжение гармонической подгруппы) (n изменяется от 2 до 50) $K_{U(n)}$;

Примечание – В качестве ПКЭ, для которых в ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) установлены метрологические характеристики, используется напряжение n -ой гармонической подгруппы (группы), а нормативные значения в ГОСТ 32144 (ГОСТ Р 54149) устанавливаются для коэффициентов n -ых гармонических составляющих напряжения.

- коэффициент h -ой интергармонической составляющей напряжения (или напряжение интергармонической централизованной подгруппы) $K_{Uig(h)}$;

Примечание – В качестве ПКЭ, для которых в ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) установлены метрологические характеристики, используется напряжение h -ой интергармонической составляющей, а нормативные значения, находящиеся на рассмотрении, будут установлены для коэффициентов h -ых интергармонических составляющих напряжения.

- кратковременная доза фликера P_{st} ;
- длительная доза фликера P_{lt} ;
- напряжение информационных сигналов в электрической сети $U_{ис}$.

5.3.3 Случайные события

Приборы должны измерять следующие ПКЭ, характеризующие случайные события:

- длительность провала напряжения t_n ;
- длительность прерывания напряжения $t_{пер}$;
- длительность временного перенапряжения $t_{перU}$;
- глубина провала напряжения $\delta U_{пр}$;
- коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$;
- длительность импульса напряжения $t_{и}$;
- амплитуда импульса напряжения U_{Δ} .

5.4 Дополнительные параметры напряжения

Приборы должны измерять следующие дополнительные параметры напряжения:

- среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$;
- среднеквадратическое значение напряжения (включает гармоники, интергармоники, информационные сигналы в электрических сетях) U ;
- среднеквадратическое значение напряжения прямой U_1 , обратной U_2 и нулевой U_0 последовательностей;
- частота f .

5.5 Сила тока

Приборы должны измерять следующие параметры силы тока:

- среднеквадратическое значение силы тока (включает гармоники, интергармоники, информационные сигналы в электрических сетях) I ;
- среднеквадратическое значение силы тока основной частоты $I_{(1)}$;
- среднеквадратическое значение силы тока прямой I_1 , обратной I_2 и нулевой I_0 последовательностей;
- суммарный коэффициент гармонических составляющих тока (коэффициент искажения синусоидальности тока) K_I ;
- коэффициент n -й гармонической составляющей тока (n изменяется от 2 до 50) (значение тока гармонической подгруппы) $K_{I(n)}$;

Примечание – Метрологические характеристики в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) установлены для тока n -ой гармонической подгруппы, а результат измерений удобнее представлять в виде коэффициентов n -ых гармонических составляющих тока, так как в этой форме представляются нормы эмиссии гармонических составляющих.

- коэффициент h -й интергармонической составляющей тока (значение тока h -й интергармонической централизованной подгруппы) $K_{Iig(h)}$;

Примечание – В качестве параметра, характеризующего несинусоидальность сигналов тока, в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) используется значение силы тока h -ой интергармонической централизованной подгруппы, а результат измерений удобнее представлять в виде коэффициента h -й интергармонической составляющей тока.

- коэффициент несимметрии тока по обратной последовательности K_{2I} ;
- коэффициент несимметрии тока по нулевой последовательности K_{0I} .

5.6 Угол фазового сдвига

Приборы должны измерять следующие параметры угла фазового сдвига:

- угол фазового сдвига между напряжениями основной частоты φ_U ;
- угол фазового сдвига между токами основной частоты φ_I ;
- угол фазового сдвига между напряжением и током основной частоты φ_{UI} ;
- углы фазового сдвига между симметричными составляющими напряжений и токов прямой φ_{U1} , обратной φ_{U2} и нулевой φ_{U0} последовательностей;
- углы фазового сдвига между гармоническими составляющими напряжений и токов $\varphi_{UI(n)}$.

5.7 Электрическая мощность

Приборы должны измерять следующие параметры электрической мощности:

- активная мощность (включает мощности гармоник, интергармоник, информационных сигналов в электрических сетях) P ;
- активная мощность основной частоты $P_{(1)}$;
- реактивная мощность (включает мощности гармоник, интергармоник, информационных сигналов в электрических сетях) Q ;
- реактивная мощность основной частоты $Q_{(1)}$;
- полная мощность (включает мощности гармоник, интергармоник, информационных

сигналов в электрических сетях) S ;

- полная мощность основной частоты $S_{(1)}$;
- активная мощность n -ой гармонической составляющей $P_{(n)}$;
- реактивная мощность n -ой гармонической составляющей $Q_{(n)}$;
- полная мощность n -ой гармонической составляющей $S_{(n)}$;
- активные мощности прямой P_1 , обратной P_2 и нулевой P_0 последовательностей;
- реактивные мощности прямой Q_1 , обратной Q_2 и нулевой Q_0 последовательностей;
- полные мощности прямой S_1 , обратной S_2 и нулевой S_0 последовательностей.

Измеряемые параметры электрической мощности должны относиться к фазным и трехфазным мощностям.

5.8 Электрическая энергия

Приборы должны измерять электрическую энергию прямого и обратного направления:

- активную электрическую энергию W_A ;
- реактивную электрическую энергию W_P .

Реактивную электрическую энергии допускается измерять для каждого квадранта (в полярной системе координат, в которой с начальной осью координат совпадает вектор напряжения или тока) отдельно.

6 Требования к алгоритмам и методам измерений

6.1 Классы процессов измерений ПКЭ

Измерения ПКЭ в приборах должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30-2008 (МЭК 61000-4-30:2008) для классов процессов измерений «А» или «S».

Мобильные приборы, применяемые для проведения точных измерений при краткосрочных испытаниях электрической энергии с целью проверки соответствия значений ПКЭ нормам качества электроэнергии, должны соответствовать классу процессов измерений «А».

Стационарные приборы, применяемые автономно или в составе информационно-измерительных систем для непрерывного контроля (мониторинга) качества электрической энергии, должны соответствовать классам процессов измерений «А» или «S».

Класс процессов измерений определяет требования к алгоритмам измерений и метрологическим характеристикам.

6.2 Измерительные интервалы времени

6.2.1 Основной измерительный интервал времени

Длительность основного измерительного интервала времени должна быть равна длительности 10 периодов (10T) сигналов основной частоты (0,2 с при частоте 50 Гц). Начало данного интервала должно синхронизироваться с началом 1-минутного или 10-минутного календарного интервала времени.

На основном измерительном интервале времени определяются следующие ПКЭ:

- установившееся отклонение напряжения;
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности;
- коэффициент искажения синусоидальности напряжения (суммарный коэффициент гармонических составляющих);
- коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения;
- коэффициент h -ой интергармонической составляющей напряжения;
- напряжения информационных сигналов в электрической сети.

На основном измерительном интервале времени определяются повышенные и пониженные напряжения, используемые для расчета положительного и отрицательного отклонения напряжения соответственно, а также дополнительные параметры напряжения, параметры тока, параметры углов фазовых сдвигов и параметры мощности.

Не допускаются перекрытия между основными измерительными интервалами времени, кроме случаев, возникающих при синхронизации основных измерительных интервалов прибора с началом 1- или 10-минутного календарного интервала времени. В этом случае начало основного перекрывающего измерительного интервала времени определяется в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30).

Пропуски между основными измерительными интервалами времени для приборов класса «А» не допускаются.

Для приборов класса «S» не допускаются пропуски между основными измерительными интервалами времени при измерении:

а) ПКЭ:

- положительного отклонения напряжения;
- отрицательного отклонения напряжения;
- установившегося отклонения напряжения;
- коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности;
- коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности;

б) дополнительных параметров напряжения:

- среднеквадратического значения напряжения основной частоты;
- среднеквадратического значения напряжения (включает гармоники, интергармоники, информационные сигналы в электрических сетях);
- среднеквадратического значения напряжений прямой, обратной и нулевой последовательностей;

в) параметров силы тока:

- среднеквадратического значения силы тока (включает гармоники, интергармоники, информационные сигналы в электрических сетях);
- среднеквадратического значения силы тока основной частоты;
- среднеквадратического значения силы тока прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- коэффициента несимметрии тока по обратной последовательности;
- коэффициента несимметрии тока по нулевой последовательности;

г) параметров углов фазовых сдвигов:

- угла фазового сдвига между напряжениями основной частоты;
- угла фазового сдвига между токами основной частоты;
- угла фазового сдвига между напряжением и током основной частоты;
- углов фазовых сдвигов между симметричными составляющими напряжений и токов прямой, обратной и нулевой последовательностей;

д) параметров электрической мощности:

- активной мощности (включает мощности гармоник, интергармоник, информационных сигналов в электрических сетях);
- активной мощности основной частоты;
- реактивной мощности (включает мощности гармоник, интергармоник, информационных сигналов в электрических сетях);
- реактивной мощности основной частоты;
- полной мощности (включает мощности гармоник, интергармоник, информационных сигналов в электрических сетях);
- полной мощности основной частоты;
- активных мощностей прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- реактивных мощностей прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- полных мощностей прямой, обратной и нулевой последовательностей.

Для приборов класса «S» допускаются пропуски между основными измерительными интервалами времени при измерении:

а) ПКЭ:

- суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения (коэффициента искажения синусоидальности напряжения);
- коэффициента **n**-ой гармонической составляющей напряжения;
- коэффициента **h**-ой интергармонической составляющей напряжения;

б) параметров силы тока:

- суммарного коэффициента гармонических составляющих тока (коэффициента искажения синусоидальности тока);
- коэффициента **n**-й гармонической составляющей тока;
- коэффициента **h**-й интергармонической составляющей тока;

в) углов фазовых сдвигов между гармоническими составляющими напряжения и тока;

д) параметров электрической мощности:

- активной мощности **n**-ой гармонической составляющей;
- реактивной мощности **n**-ой гармонической составляющей;
- полной мощности **n**-ой гармонической составляющей.

Основной измерительный интервал времени используется для получения объединенных (усредненных) результатов измерений за интервалы времени, указанные в п. 6.2.4.

6.2.3 Для измерений частоты (отклонений частоты) должен быть использован специальный интервал времени, равный 10 с. Данный интервал времени должен начинаться при значении секунд, кратных 10 (00, 10, 20, 30, 40, 50). Результаты измерений, полученные на этих интервалах времени, должны использоваться для архивирования и статистической обработки результатов измерений.

6.2.4 Интервалы времени, используемые для получения объединенных результатов измерений

Для получения объединенных результатов измерений должны использоваться следующие интервалы времени:

- 150 периодов (150T) сигналов основной частоты (3 с при частоте 50 Гц);
- 60 с;
- 10 минут;
- 2 часа.

При получении объединенных результатов измерений не допускается перекрытий и разрывов между основными измерительными интервалами времени, кроме случаев, возникающих при синхронизации основных измерительных интервалов прибора с началом 1- или 10 - минутного календарного интервала времени. В этих случаях начало основного перекрывающего измерительного интервала времени определяется в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30).

В приборе должны использоваться один или несколько указанных интервалов времени.

Интервалы времени 30 и 60 минут, широко используемые в коммерческом учете, могут быть установлены как дополнительные интервалы обработки измерительной информации.

6.2.4.1 Интервал объединения 150T

Начало данного интервала должно синхронизироваться с началом 1- или 10 - минутного календарного интервала времени в соответствии с алгоритмом, описанным в ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30). За значение ПКЭ на данном измерительном интервале времени должно приниматься значение, равное квадратному корню из среднеарифметического значения квадратов результатов измерений, полученных на основных измерительных интервалах времени (10T).

Результаты измерений, объединенные на этих интервалах времени, могут использоваться для архивирования, статистической обработки результатов измерений и отображения на табло прибора.

6.2.4.2 Интервал объединения 1 минута

Данный интервал времени должен начинаться в момент равенства нулю секунд таймера прибора. За значение ПКЭ на данном измерительном интервале времени должно приниматься значение, равное квадратному корню из среднеарифметического значения квадратов результатов измерений, полученных на основных измерительных интервалах времени (10T).

Если для синхронизации начала основного интервала времени измерения используется интервал 10 минут, то за объединенное на интервале 1 минута значение ПКЭ должно приниматься значение, равное квадратному корню из среднеарифметического значения квадратов результатов измерений, полученных за основные интервалы времени (10T), которые завершились в данную минуту.

Результаты измерений, объединенные на этих интервалах времени, могут использоваться для архивирования и статистической обработки результатов измерений.

6.2.4.3 Интервал объединения 10 минут

Данный интервал времени должен начинаться при выполнении двух условий: значения секунд таймера прибора равны нулю, значения минут - кратны 10 (00, 10, 20, 30, 40, 50). За значение ПКЭ на данном объединенном интервале времени должно приниматься значение, равное квадратному корню из среднеарифметического значения квадратов результатов измерений, полученных на основных измерительных интервалах времени (10Т).

Результаты измерений, объединенные на этих интервалах времени, могут использоваться для объединения результатов измерений (на интервале времени, равном 2 часам), архивирования и статистической обработки результатов измерений.

6.2.4.4 Интервал объединения 2 часа

Данный интервал времени должен начинаться при выполнении трех условий: значения секунд текущего времени таймера прибора равны нулю, значения минут - равны нулю, значения часов - кратны двум (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22). За значение ПКЭ на данном объединенном интервале времени должно приниматься значение, равное квадратному корню из среднеарифметического значения квадратов результатов измерений, полученных на 10 - минутных интервалах объединения.

Результаты измерений, объединенные на этих интервалах времени, могут использоваться для архивирования и статистической обработки результатов измерений.

6.2.5 Интервал времени измерения кратковременной дозы фликера должен быть равен 10 мин и начинаться при выполнении двух условий: значения секунд таймера прибора равны нулю, значения минут - кратны 10 (00, 10, 20, 30, 40, 50). Значение кратковременной дозы фликера определяется в соответствии с ГОСТ 30804.4.15.

6.2.6 Интервал измерения длительной дозы фликера должен быть равен 2 ч и начинаться при выполнении трех условий: значения секунд таймера прибора равны нулю, значения минут – равны нулю, значения часов - кратны двум (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22). Результат измерения длительной дозы фликера является объединением результатов измерений значений кратковременных доз (P_{sti}) фликера в соответствии с формулой:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}}. \quad (1)$$

6.3 Требования к измерению параметров, характеризующих продолжительные изменения характеристик напряжения (ПКЭ) и параметров тока

6.3.1 Общие положения

Описанные методы измерений относятся к определению значений параметров на основных измерительных интервалах, если не указано иное.

Объединение результатов измерений, полученных на основных измерительных интервалах, должно производиться в соответствии с п. 6.2.

Требования к методам измерений параметров напряжения и тока, не рассмотренных в пункте 6.3, а также параметров углов фазовых сдвигов, мощности и энергии устанавливает производитель СИ.

6.3.2 Отрицательное и положительное отклонения напряжения

Для определения отрицательного и положительного отклонений напряжения на объединенном интервале необходимо выполнить следующие операции.

6.3.2.1 Измерить среднеквадратическое значение напряжения на каждом i -ом основном измерительном интервале времени ($10 \cdot T$), входящем в объединенный интервал времени $U_{10T,i}$.

6.3.2.2 Определить пониженное и повышенное значения напряжения на каждом i -ом основном измерительном интервале времени, входящем в объединенный интервал времени.

Если среднеквадратическое значение напряжения на основном измерительном интервале больше значения заявленного входного напряжения $U_{звх}$, равного значению номинального напряжения электрической сети ($U_{звх} = U_{ном}$) или значению согласованного напряжения электропитания ($U_{звх} = U_c$), то:

- пониженное значение напряжения на основном измерительном интервале $U_{10T(-),i}$ вычисляется по формуле:

$$U_{10T(-),i} = U_{звх}, \quad (2)$$

- повышенное значение напряжения на основном измерительном интервале $U_{10T(+),i}$ вычисляется по формуле:

$$U_{10T(+),i} = U_{10T,i}. \quad (3)$$

Если U_{10T} меньше, $U_{зп}$, то:

- пониженное значение напряжения на основном измерительном интервале вычисляется по формуле:

$$U_{10T(-),i} = U_{10T,i}, \quad (4)$$

- повышенное значение напряжения на основном измерительном интервале вычисляется по формуле:

$$U_{10T(+),i} = U_{звх}. \quad (5)$$

6.3.2.3 Определить пониженное и повышенное значения напряжения на объединенном интервале

Пониженное значение напряжения на объединенном интервале $U_{m(-)}$ вычисляется по формуле:

$$U_{m(-)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k U_{10T(-),i}^2}{k}}, \quad (6)$$

где k – количество основных измерительных интервалов времени в объединенном интервале.

Повышенное значение напряжения на объединенном интервале $U_{m(+)}$ вычисляется по формуле:

$$U_{m(+)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k U_{10T(+),i}^2}{k}}. \quad (7)$$

6.3.2.4 Определить отрицательное и положительное отклонения напряжения

Отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$ вычисляется по формуле:

$$\delta U_{(-)} = [(U_{звх} - U_{m(-)})/U_{звх}] \cdot 100. \quad (8)$$

Положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$ вычисляется по формуле:

$$\delta U_{(+)} = [(U_{m(+)} - U_{звх})/U_{звх}] \cdot 100. \quad (9)$$

6.3.3 Установившееся отклонение напряжения

Значение установившегося отклонения напряжения вычисляется по формуле:

$$\delta U_{(1)} = [(U_{(1)} - U_{ном})/U_{ном}] \cdot 100, \quad (10)$$

где $U_{(1)}$ – среднеквадратическое значение напряжения основной частоты,

$U_{ном}$ – номинальное значение напряжения.

6.3.4 Отклонение частоты

Значение отклонения частоты Δf на специальном измерительном интервале времени (10 с) вычисляется по формуле:

$$\Delta f = f - f_{ном}, \quad (11)$$

где f – значение частоты,

$f_{ном}$ – номинальное значение частоты.

6.3.5 Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности

Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности рассчитывается по формуле:

$$K_{2U} = (U_{2(мф)}/U_{1(мф)}) \cdot 100, \quad (12)$$

где $U_{1(мф)}$ – среднеквадратическое значение междуфазных напряжений прямой последовательности,

$U_{2(мф)}$ – среднеквадратическое значение междуфазных напряжений обратной последовательности.

При расчете коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности в четырехпроводных электрических сетях допускается использовать значения симметричных составляющих фазных напряжений $U_{1(ф)}$ и $U_{2(ф)}$. Значения симметричных составляющих междуфазных и фазных напряжений связаны следующими соотношениями:

$$U_{1(мф)} = \sqrt{3} \cdot U_{1(ф)}, \quad (13)$$

$$U_{2(мф)} = \sqrt{3} \cdot U_{2(ф)}. \quad (14)$$

6.3.6 Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности

Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности для четырехпроводных электрических сетей рассчитывается по формуле:

$$K_{0U} = (U_{0(ф)}/U_{1(ф)}) \cdot 100, \quad (15)$$

где $U_{1(ф)}$ – среднеквадратическое значение фазных напряжений прямой последовательности,

$U_{0(ф)}$ – среднеквадратическое значение фазных напряжений нулевой последовательности.

Для расчета коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности можно использовать следующую эквивалентную формулу:

$$K_{0U} = (U_{0(ф)} \cdot \sqrt{3}/U_{1(мф)}) \cdot 100. \quad (16)$$

6.3.7 Коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения

Коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения рассчитывается по

формуле:

$$K_{U(n)} = (U_{sg(n)}/U_{sg(1)}) \cdot 100, \quad (17)$$

где $U_{sg(n)}$ – среднее квадратическое значение напряжения n -ой гармонической подгруппы, определяемое в соответствии с ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7),

$U_{sg(1)}$ – среднее квадратическое значение напряжения первой гармонической подгруппы.

Для приборов класса «S» допускается использовать следующую формулу:

$$K_{U(n)} = (U_{g(n)}/U_{g(1)}) \cdot 100, \quad (18)$$

где $U_{g(n)}$ – среднее квадратическое значение напряжения n -ой гармонической группы, определяемое в соответствии с ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7),

$U_{g(1)}$ – среднее квадратическое значение напряжения первой гармонической группы.

6.3.8 Коэффициент искажения синусоидальности напряжения

Коэффициент искажения синусоидальности напряжения является суммарным коэффициентом гармонических составляющих (подгрупп) и вычисляется по формуле:

$$K_{U(n)} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_{sg(n)}}{U_{sg(1)}} \right)^2}. \quad (19)$$

Для приборов класса «S» допускается коэффициент искажения синусоидальности напряжения принимать равным суммарному коэффициенту гармонических групп и вычислять по формуле:

$$K_{U(n)} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_{g(n)}}{U_{g(1)}} \right)^2}. \quad (20)$$

6.3.9 Коэффициент h -й интергармонической составляющей напряжения

Коэффициент h -ой интергармонической составляющей напряжения (h изменяется от 1 до 49) рассчитывается по формуле:

$$K_{Uig(h)} = (U_{isg(h)}/U_{sg(1)}) \cdot 100, \quad (21)$$

где $U_{isg(h)}$ – среднее квадратическое значение напряжения h -ой интергармонической центрированной подгруппы, определяемое в соответствии с ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7),

$U_{sg(1)}$ – среднее квадратическое значение напряжения первой гармонической подгруппы.

Для приборов класса «S» метод измерений устанавливает изготовитель СИ.

6.3.10 Коэффициент n -ой гармонической составляющей тока

Коэффициент n -ой гармонической составляющей тока (n изменяется от 2 до 50) рассчитывается по формуле:

$$K_{I(n)} = (I_{sg(n)}/I_{sg(1)}) \cdot 100, \quad (22)$$

где $I_{sg(n)}$ – среднее квадратическое значение силы тока n -ой гармонической подгруппы, определяемый в соответствии с ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7),

$I_{sg(1)}$ – среднее квадратическое значение силы тока первой гармонической подгруппы.

Для приборов класса «S» метод измерений устанавливает изготовитель СИ.

6.3.11 Коэффициент искажения синусоидальности тока

Коэффициент искажения синусоидальности тока является суммарным коэффициентом гармонических составляющих (подгрупп) и вычисляется по формуле:

$$K_{I(n)} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_{sg(n)}}{I_{sg(1)}} \right)^2}. \quad (23)$$

Для приборов класса «S» метод измерений устанавливает изготовитель СИ.

6.3.12 Коэффициент h -й интергармонической составляющей тока

Коэффициент h -ой интергармонической составляющей тока (h изменяется от 1 до 49) рассчитывается по формуле:

$$K_{Iig(h)} = (I_{isg(h)} / I_{isg(1)}) \cdot 100, \quad (24)$$

где $I_{isg(h)}$ – среднеквадратическое значение силы тока h -ой интергармонической центрированной подгруппы, определяемый в соответствии с ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7),

$I_{isg(1)}$ – среднеквадратическое значение силы тока первой гармонической подгруппы.

Для приборов класса «S» метод измерений устанавливает изготовитель СИ.

6.3.13 Коэффициент несимметрии токов по обратной последовательности

Коэффициент несимметрии токов по обратной последовательности рассчитывается по формуле:

$$K_{2I} = (I_2 / I_1) \cdot 100, \quad (25)$$

где I_1 – среднеквадратическое значение силы тока прямой последовательности,

I_2 – среднеквадратическое значение силы тока обратной последовательности.

6.3.14 Коэффициент несимметрии токов по нулевой последовательности

Коэффициент несимметрии токов по обратной последовательности рассчитывается по формуле:

$$K_{0I} = (I_0 / I_1) \cdot 100, \quad (26)$$

где I_0 – среднеквадратическое значение силы тока нулевой последовательности.

6.4 Определение параметров случайных событий

6.4.1 Значения напряжений, используемые для обнаружения и определения параметров случайных событий

Измерения параметров случайных событий производятся на основе измерений среднеквадратических значений напряжений, определяемых за период сигнала основной частоты. Начало измерения среднеквадратического значения напряжения должно происходить при каждом переходе сигнала через нулевое значение (при положительной и отрицательной скорости изменения сигнала). Таким образом, соседние измерительные интервалы перекрывают друг друга на половину периода. Данные среднеквадратические значения напряжения обозначается как $U_{\text{rms}(1/2),k}$, где k – номер очередного значения. $U_{\text{rms}(1/2),k}$ включает в себя гармоники, интергармоники, информационные сигналы в электрических сетях и определяется по формуле:

$$U_{rms(1/2),k} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_k}^{t_k+T} u^2(t) dt}, \quad (27)$$

где T – период сигнала основной частоты,

$u(t)$ – сигнал напряжения,

t_k – момент времени начала измерительного интервала при переходе сигнала напряжения через нулевое значение ($t_k = t_0 + k \cdot T/2$, где $k = 0, 1, 2, 3, \dots$).

В приборах класса «S» измерения параметров случайных событий производятся также на основе измерений среднеквадратических значений напряжений, определяемых за период сигнала основной частоты. Однако начало измерения среднеквадратического значения напряжения может быть не связано с переходом сигнала через нулевое значение. Кроме того, измерительные интервалы следуют друг за другом через период сигнала основной частоты, то есть без перекрытия. Это напряжение обозначается как $U_{rms(1),m}$, где m – номер очередного значения. Данное напряжение включает в себя гармоники, интергармоники, информационные сигналы в электрических сетях и определяется по формуле:

$$U_{rms(1),m} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_m}^{t_m+T} u^2(t) dt}, \quad (28)$$

где t_m – момент времени начала измерительного интервала ($t_m = t_1 + k \cdot T$, где $k = 0, 1, 2, 3, \dots$).

6.4.2 Определение начала и окончания провалов напряжений, прерываний напряжений и временных перенапряжений

6.4.2.1 Провал напряжения

Началом провала фазного (междуфазного) напряжения должен считаться момент времени, когда среднеквадратическое значение напряжения $U_{rms(1/2)}$ ($U_{rms(1)}$) станет меньше порогового значения провала напряжения, а окончанием – момент времени, когда указанное среднеквадратическое значение напряжения превысит пороговое значение провала напряжения плюс 2 % от $U_{ном}$.

Началом провала трехфазной системы напряжений при трехфазной четырехпроводной схеме должен считаться момент времени, когда среднеквадратическое значение хотя бы одного фазного напряжения $U_{rms(1/2)}$ ($U_{rms(1)}$) станет меньше порогового значения провала напряжения, а окончанием – момент времени, когда указанные среднеквадратические значения всех фазных напряжений превысят пороговое значение провала напряжения плюс 2 % от $U_{ном}$.

Началом провала трехфазной системы напряжений при трехфазной трехпроводной схеме должен считаться момент времени, когда среднеквадратическое значение хотя бы одного междуфазного напряжения $U_{rms(1/2)}$ ($U_{rms(1)}$) станет меньше порогового значения провала напряжения, а окончанием – момент времени, когда указанные среднеквадратические значения всех междуфазных напряжений превысят пороговое значение провала напряжения плюс 2 % от $U_{ном}$.

6.4.2.2 Перенапряжение

Началом перенапряжения в одной фазе должен считаться момент времени, когда среднеквадратическое значение напряжения $U_{rms(1/2)}$ ($U_{rms(1)}$) станет больше порогового

значения перенапряжения, а окончанием – момент времени, когда указанное среднеквадратическое значение напряжения станет меньше порогового значения перенапряжения минус 2 % от $U_{\text{ном}}$.

Началом перенапряжения трехфазной системы напряжений при четырехпроводной схеме должен считаться момент, когда среднеквадратическое значение хотя бы одного фазного напряжения $U_{rms(1/2)}$ ($U_{rms(1)}$) станет больше порогового значения перенапряжения, а окончанием – момент времени, когда указанные среднеквадратические значения всех фазных напряжений станут меньше порогового значения перенапряжения минус 2 % от $U_{\text{ном}}$.

Началом перенапряжения трехфазной системы напряжений при трехпроводной схеме должен считаться момент времени, когда среднеквадратическое значение хотя бы одного междуфазного напряжения $U_{rms(1/2)}$ ($U_{rms(1)}$) становится меньше порогового значения перенапряжения, а окончанием – момент времени, когда указанные среднеквадратические значения всех междуфазных напряжений станут меньше порогового значения перенапряжения плюс 2 % от $U_{\text{ном}}$.

6.4.2.3 Прерывание напряжения

Началом прерывания фазного напряжения должен считаться момент времени, когда среднеквадратическое значение фазного напряжения $U_{rms(1/2)}$ ($U_{rms(1)}$) станет меньше порогового значения прерывания напряжения, а окончанием – момент времени, когда указанное среднеквадратическое значение напряжения превысит пороговое значение провала напряжения плюс 2 % от $U_{\text{ном}}$.

Началом прерывания трехфазной системы напряжений при четырехпроводной схеме должен считаться момент времени, когда среднеквадратическое значение хотя бы одного фазного напряжения $U_{rms(1/2)}$ ($U_{rms(1)}$) станет меньше порогового значения прерывания напряжения, а окончанием – момент времени, когда указанные среднеквадратические значения всех фазных напряжений превысят пороговое значение прерывания напряжения плюс 2 % от $U_{\text{ном}}$.

Началом прерывания трехфазной системы напряжений при трехпроводной схеме должен считаться момент, когда среднеквадратическое значение хотя бы одного междуфазного напряжения $U_{rms(1/2)}$ ($U_{rms(1)}$) станет меньше порогового значения прерывания напряжения, а окончанием – момент времени, когда указанные среднеквадратические значения всех междуфазных напряжений превысят пороговое значение прерывания напряжения плюс 2 % от $U_{\text{ном}}$.

6.4.2.4 Требования к определению опорного напряжения, используемого для задания пороговых значений случайных событий

В качестве опорного напряжения U_0 должно использоваться номинальное (согласованное) напряжение или скользящее опорное напряжение сравнения.

Расчет скользящего опорного напряжения сравнения производится после окончания каждого основного интервала времени ($10T$) для всех напряжений (3-х фазных и/или 3-х междуфазных), участвующих в оценке случайных событий по формуле:

$$U_{sr(n)} = 0,9967 \cdot U_{sr(n-1)} + 0,0033 \cdot U_{10T}, \quad (29)$$

где $U_{sr(n)}$ – применяемое для определения динамических событий среднеквадратическое значение скользящего опорного напряжения сравнения,

$U_{sr(n-1)}$ – предыдущее среднеквадратическое значение скользящего опорного напряжения сравнения,

U_{10T} – последний результат измерения среднеквадратического значения напряжения

на основном измерительном интервале времени.

Начальное значение скользящего опорного напряжения сравнения устанавливается равным входному напряжению. Если последний результат измерения значения напряжения на основном интервале времени маркируется, то расчет скользящего опорного напряжения сравнения не производится и используется его предыдущее значение.

6.4.3 Глубина провала напряжения

Глубина провала напряжения рассчитывается по формуле:

$$\delta U_{\text{пр}} = ((U_{\text{звх}} - U_{\text{пр}}) / U_{\text{звх}}) \cdot 100, \quad (30)$$

где $U_{\text{звх}}$ – заявленное входное напряжение (номинальное или согласованное напряжение),

$U_{\text{пр}}$ – остаточное напряжение провала, равное наименьшему среднеквадратическому значению напряжения, определяемому через каждую половину периода сигнала основной частоты или период сигнала основной частоты для приборов класса «S»:

$$U_{\text{пр}} = \min (U_{\text{rms}(1/2)}) \text{ или } U_{\text{пр}} = \min (U_{\text{rms}(1)}). \quad (31)$$

6.4.4 Коэффициент временного перенапряжения

Коэффициент временного перенапряжения рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{пер}U} = U_{\text{пер}} / U_{\text{звх}}, \quad (32)$$

где $U_{\text{звх}}$ – заявленное входное напряжение (номинальное или согласованное напряжение),

$U_{\text{пер}}$ – максимальное значение напряжения при перенапряжении, равное наибольшему среднеквадратическому значению напряжения, определяемому через каждую половину периода сигнала основной частоты или период сигнала основной частоты для приборов класса «S»:

$$U_{\text{пер}} = \max (U_{\text{rms}(1/2)}) \text{ или } U_{\text{пер}} = \max (U_{\text{rms}(1)}). \quad (33)$$

6.5 Концепция маркирования результатов измерений

Если во время основного интервала измерения (10Т) были зафиксированы провалы напряжения, перенапряжения или прерывания напряжения, то результаты измерений ПКЭ, относящихся к частоте, значению напряжения, дозе фликера, несимметрии напряжений, гармоникам и интергармоникам, маркируются. Объединенный результат измерения, включающий маркированный результат измерения, также должен быть маркирован.

Маркированию подлежат результаты измерений следующих ПКЭ:

- положительное отклонение напряжения;
- отрицательное отклонение напряжения;
- установившееся отклонение напряжения;
- отклонение частоты;
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности;
- суммарный коэффициент гармонических составляющих (коэффициент искажения синусоидальности напряжения);
- коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения;
- коэффициент h -ой интергармонической составляющей напряжения;

- кратковременная доза фликера;
- длительная доза фликера;
- напряжение информационных сигналов в электрической сети.

Маркированные результаты измерений могут использоваться или не использоваться при статистической обработке результатов измерений в зависимости от используемой методики контроля качества электрической энергии.

7 Требования к метрологическим характеристикам

7.1 Номинальные значения измеряемых величин

Номинальные значения напряжения $U_{ном}$ при подключении с помощью трансформаторов напряжения должны соответствовать установленным в Таблице 7.1.

Т а б л и ц а 7.1 – Номинальные значения напряжений

Стандартное значение, В	Допускаемое значение, В
100/ $\sqrt{3}$; 110/ $\sqrt{3}$; 120/ $\sqrt{3}$; 100; 110; 200/ $\sqrt{3}$; 120; 200 (по ГОСТ 1983)	220/ $\sqrt{3}$; 220

Номинальные значения токов $I_{ном}$ при подключении с помощью трансформаторов тока должны соответствовать установленным в Таблице 7.2.

Т а б л и ц а 7.2 – Номинальные значения токов

Стандартное значение, А	Допускаемое значение, А
1; 2; 5 (по ГОСТ 7746)	0,2; 0,3; 0,6; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 5,0; 10,0

Номинальное значение частоты $f_{ном}$ равно 50 Гц.

В обоснованных случаях допускается использовать другие номинальные значения измеряемых величин.

7.2 Метрологические характеристики приборов при измерениях ПКЭ и дополнительных параметров напряжения должны соответствовать требованиям ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) для классов «А» и «S», а пределы допускаемых основных погрешностей измерений приборами этих параметров не должны превышать значений, установленных в Таблице 7.3, в соответствующих диапазонах измерений.

Таблица 7.3 – Диапазоны измерений и пределы допускаемой основной погрешности измерений ПКЭ и дополнительных параметров напряжения

ПКЭ и параметры напряжения	Класс характеристики к процесса измерения	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (форма выражения погрешности)	Примечание
Среднеквадратическое значение напряжения ¹⁾	A	$0,1 \cdot U_{\text{НОМ}} - 1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,1 \% (\gamma)$	—
	S	$0,2 \cdot U_{\text{НОМ}} - 1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,5 \% (\gamma)$	
Отрицательное отклонение напряжения $\delta U_{(-)}$	A	0 % – 90 %	$\pm 0,1 \% (\Delta)$	—
	S	0 % – 80 %	$\pm 0,5 \% (\Delta)$	
Положительное отклонение напряжения $\delta U_{(+)}$	A	0 % – 50 %	$\pm 0,1 \% (\Delta)$	—
	S	0 % – 20 %	$\pm 0,5 \% (\Delta)$	
Установившееся отклонение напряжения δU_v	A	- 20 % – 20 %	$\pm 0,2 \% (\Delta)$	—
	S		$\pm 0,5 \% (\Delta)$	
Частота f	A	42,5 Гц – 57,5 Гц	$\pm 0,01 \text{ Гц } (\Delta)$	—
	S		$\pm 0,05 \text{ Гц } (\Delta)$	
Отклонение частоты Δf	A	- 7,5 Гц – 7,5 Гц	$\pm 0,01 \text{ Гц } (\Delta)$	—
	S		$\pm 0,05 \text{ Гц } (\Delta)$	
Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U}	A	0,5 % – 5 %	$\pm 0,15 \% (\Delta)$	—
	S	1,0 % – 5 %	$\pm 0,3 \% (\Delta)$	
Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U}	A	0,5 % – 5 %	$\pm 0,15 \% (\Delta)$	—
	S	1,0 % – 5 %	$\pm 0,3 \% (\Delta)$	
Коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ ²⁾	A	10 % – 200 % класс 3 по ГОСТ Р 51317.2.4	$\pm 0,05 \cdot U_{\text{НОМ}}/U_{(1)} \% (\Delta)$	$K_{U(n)} < U_{\text{НОМ}}/U_{(1)}$
			$\pm 5 \% (\delta)$	$K_{U(n)} \geq U_{\text{НОМ}}/U_{(1)}$
	S	10 % – 100 % класс 3 по ГОСТ Р 51317.2.4	$\pm 0,15 \cdot U_{\text{НОМ}}/U_{(1)} \% (\Delta)$	$K_{U(n)} < 3 \cdot U_{\text{НОМ}}/U_{(1)}$
			$\pm 5 \% (\delta)$	$K_{U(n)} \geq 3 \cdot U_{\text{НОМ}}/U_{(1)}$
Коэффициент искажения синусоидальности напряжения K_U	A	10 % – 200 % класс 3 по ГОСТ Р 51317.2.4	$\pm 0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}/U_{(1)} \% (\Delta)$	$K_U < U_{\text{НОМ}}/U_{(1)}$
			$\pm 10 \% (\delta)$	$K_U \geq U_{\text{НОМ}}/U_{(1)}$
	S	10 % – 100 % класс 3 по ГОСТ Р 51317.2.4	$\pm 0,15 \cdot U_{\text{НОМ}}/U_{(1)} \% (\Delta)$	$K_U < 3 \cdot U_{\text{НОМ}}/U_{(1)}$
			$\pm 10 \% (\delta)$	$K_U \geq 3 \cdot U_{\text{НОМ}}/U_{(1)}$

Коэффициент h -ой интергармонической составляющей напряжения $K_{U(h)}$ ³⁾	A	10 % – 200 % класс 3 по ГОСТ Р 51317.2.4	$\pm 0,05 \cdot U_{\text{ном}}/U_{(1)}$ % (Δ)	$K_{U(h)} < U_{\text{ном}}/U_{(1)}$
			± 5 % (δ)	$K_{U(h)} \geq U_{\text{ном}}/U_{(1)}$
	S	Устанавливает изготовитель СИ		
Кратковременная доза фликера P_{st}	A	0,2 – 10	± 5 % (δ)	–
	S	0,4 – 4	± 5 % (δ)	–
Длительная доза фликера P_{lt}	A	0,2 – 10	± 5 % (δ)	–
	S	0,4 – 4	± 5 % (δ)	–
Глубина провала напряжения $\delta U_{\text{п}}$	A	10 % – 100 %	$\pm 0,2$ % (Δ)	–
	S		$\pm 1,0$ % (Δ)	
Длительность провала и прерывания напряжения $\Delta t_{\text{п}}$	A	0 – 60 с	$\pm 0,02$ с (Δ)	–
	S		$\pm 0,04$ с (Δ)	
Коэффициент временного перенапряжения $K_{\text{пер}U}$	A	1 – 1,5	$\pm 0,002$ (Δ)	–
	S		$\pm 0,01$ (Δ)	
Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{\text{пер}U}$	A	0 – 60 с	$\pm 0,02$ с (Δ)	–
	S		$\pm 0,04$ с (Δ)	
Напряжение информационных сигналов в электрической сети $U_{\text{ИС}}$	A	$0,01 \cdot U_{\text{ном}} - 0,15 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm 0,15$ % (γ)	$0,01 \cdot U_{\text{ном}} \leq U_{\text{ИС}} \leq 0,03 \cdot U_{\text{ном}}$
			± 5 % (δ)	$0,03 \cdot U_{\text{ном}} < U_{\text{ИС}} \leq 0,15 \cdot U_{\text{ном}}$
	S	Устанавливает изготовитель СИ		
Амплитуда импульса напряжения U_A	A	0,5 кВ – 6 кВ	± 10 % (δ)	–
	S			
Длительность импульса напряжения $\Delta t_{\text{и}}$	A	10 мкс – 5000 мкс	± 10 % (δ)	–
	S			

¹⁾ Среднеквадратическое значение напряжения с учетом гармоник, интергармоник, информационных сигналов U и среднеквадратическое значение напряжения основной частоты $U_{(1)}$.

²⁾ Требования к пределам допускаемой погрешности измерений коэффициента n -ой гармонической составляющей напряжения соответствуют требованиям ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) к точности измерений гармонических составляющих напряжения ($U_{sg(n)}$, для класса S допускается использовать $U_{g(n)}$). Для приборов класса А в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) и ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) пределы допускаемой погрешности при измерении напряжения гармонической подгруппы при $U_{sg(n)} < 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$ составляют $\pm 0,05$ % (γ) и при $U_{sg(n)} \geq 0,01 \cdot U_{\text{ном}}$ составляют ± 5 % (δ). Для приборов класса S в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) и ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) пределы допускаемой погрешности при измерении напряжения гармонической подгруппы (группы) при $U_{sg(n)} < 0,03 \cdot U_{\text{ном}}$ ($U_{g(n)} < 0,03 \cdot U_{\text{ном}}$) составляют $\pm 0,15$ % (γ) и при $U_{g(n)} \geq 0,03 \cdot U_{\text{ном}}$ ($U_{g(n)} \geq 0,03 \cdot U_{\text{ном}}$) составляют ± 5 % (δ).

³⁾ Требования к пределам допускаемой погрешности измерений коэффициента h -ой интергармонической составляющей напряжения соответствуют требованиям ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) к точности измерений напряжения интергармонической центрированной подгруппы ($U_{isg(h)}$). Для приборов класса А в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) и ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) пределы допускаемой погрешности при измерении напряжения интергармонической центрированной

подгруппы при $U_{isg(h)} < 0,01 \cdot U_{ном}$ составляют $\pm 0,05$ % (γ) и при $U_{isg(h)} \geq 0,01 \cdot U_{ном}$ составляют ± 5 % (δ). Для приборов класса S в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) пределы допускаемой погрешности при измерении интергармонической составляющей напряжения устанавливает изготовитель СИ.

Примечание – Изготовитель СИ может установить требования к основной погрешности приборов при измерениях ПКЭ и дополнительных параметров напряжения, приведенных в п.п.5.3 и 5.4, для которых пределы допускаемой основной погрешности в настоящей Таблице не установлены.

В Таблице 7.3 установлены пределы допускаемых основных погрешностей, выраженные в форме:

- абсолютных погрешностей Δ ;
- относительных погрешностей δ ;
- приведенных погрешностей γ с нормирующим значением, равным значению номинального напряжения $U_{ном}$.

7.3 Метрологические характеристики приборов при измерениях параметров тока, угла фазового сдвига, электрической мощности и энергии должны соответствовать значениям, установленным в Таблице 7.4.

В Таблице 7.4 установлены пределы допускаемых основных погрешностей, выраженные в форме:

- абсолютных погрешностей Δ ;
- относительных погрешностей δ ;
- приведенных погрешностей γ с нормирующим значением, указанным в графе «Примечание».

7.4 Пределы допускаемой погрешности приборов при измерении текущего времени по отношению к времени «Национальной шкалы координированного времени Российской Федерации UTC (SU)» для приборов класса «А» по ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) не должны превышать $\pm 0,02$ с. Данное требование к измерению текущего времени должно выполняться с применением синхронизации, периодически проводимой во время измерений, с помощью приёмника систем ГЛОНАСС, GPS (приемник может входить в комплект поставки приборов) или путем приема радиосигналов точного времени. При отсутствии синхронизации пределы допускаемой основной относительной погрешности приборов при измерении текущего времени для приборов класса «А» по ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) не должны превышать ± 1 с/сут.

Таблица 7.4 – Диапазоны измерений и пределы допускаемой основной погрешности измерений параметров тока, угла фазового сдвига, электрической мощности и энергии

ПКЭ	Класс характеристик процесса измерения	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности (форма выражения погрешности)	Примечание
Среднеквадратическое значение силы тока ¹⁾	A	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} - 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,1 \% (\gamma)$	γ относительно $I_{\text{макс}}^{2)}$
	S	$0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} - 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 1,0 \% (\gamma)$	
Коэффициент n -ой гармонической составляющей тока $K_{I(n)}^{3)}$	A	0,2 % – 30 %	$\pm 0,15 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)} \% (\Delta)$	$K_{I(n)} < 3 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)}$
			$\pm 5 \% (\delta)$	$K_{I(n)} \geq 3 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)}$
	S		$\pm 0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)} \% (\Delta)$	$K_{I(n)} < 3 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)}$
			$\pm 5 \% (\delta)$	$K_{I(n)} \geq 3 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)}$
Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока K_I	A	1 % – 50 %	$\pm 0,15 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)} \% (\Delta)$	$K_I < 3 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)}$
			$\pm 10 \% (\delta)$	$K_I \geq 3 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)}$
	S		$\pm 0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)} \% (\Delta)$	$K_I < 3 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)}$
			$\pm 10 \% (\delta)$	$K_I \geq 3 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)}$
Коэффициент h -ой интергармонической составляющей тока $K_{I(h)}^{4)}$	A	0,2 % – 30 %	$\pm 0,15 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)} \% (\Delta)$	$K_{I(h)} < 3 \cdot I_{\text{НОМ}}/I_{(1)}$
	S		Устанавливает изготовитель СИ	
Угол фазового сдвига между напряжениями основной частоты φ_U	A	- 180° – 180°	$\pm 0,2^\circ (\Delta)$	–
	S			
Угол фазового сдвига между токами основной частоты φ_I	A	- 180° – 180°	$\pm 0,5^\circ (\Delta)$	–
	S			
Угол фазового сдвига между напряжением и током основной частоты φ_{UI}	A	- 180° – 180°	$\pm 0,5^\circ (\Delta)$	–
	S			
Угол фазового сдвига между гармоническими составляющими напряжения и тока $\varphi_{U(n)}$	A	- 180° – 180°	$\pm 5^\circ (\Delta)$	–
	S			
Активная мощность $P^{5)}$	A	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} - 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $0,8 \cdot U_{\text{НОМ}} - 1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,5 \% (\gamma)$	γ относительно S
	S	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} -$		

		$1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $0,8 \cdot U_{\text{НОМ}} -$ $1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$		
Реактивная мощность $Q^{5)}$	A	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} -$ $1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $0,8 \cdot U_{\text{НОМ}} -$ $1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,5 \% (\gamma)$	γ относительно S
	S	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} -$ $1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $0,8 \cdot U_{\text{НОМ}} -$ $1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$		
Полная мощность $S^{5)}$	A	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} -$ $1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $0,8 \cdot U_{\text{НОМ}} -$ $1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,5 \% (\delta)$	—
	S	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} -$ $1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $0,8 \cdot U_{\text{НОМ}} -$ $1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$		
Активная энергия W_A	A	Класс точности 0,5S по ГОСТ 31819.22 (пункт 8.1)		—
	S			
Реактивная энергия W_P	A	Класс точности 1 по ГОСТ 31819.23 (пункт 8.1)		—
	S			

¹⁾ Среднеквадратическое значение силы тока с учетом гармоник, интергармоник, информационных сигналов I и среднеквадратическое значение силы тока основной частоты $U_{(1)}$.

²⁾ $I_{\text{макс}}$ – максимальное среднеквадратическое значение силы тока, которое измеряется прибором.

³⁾ Требования к пределам допускаемой погрешности измерений коэффициента n -ой гармонической составляющей силы тока соответствуют требованиям ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) к точности измерений силы тока гармонической составляющей. Для приборов класса А в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) и ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) пределы допускаемой погрешности при измерении силы тока гармонических подгрупп при $I_{sg(n)} < 0,03 \cdot I_{\text{НОМ}}$ составляют $\pm 0,15 \% (\gamma)$ относительно $I_{\text{НОМ}}$ и при $I_{sg(n)} \geq 0,03 \cdot I_{\text{НОМ}}$ составляют $\pm 5 \% (\delta)$. Для приборов класса S в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) и ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) пределы допускаемой погрешности при измерении силы тока гармонической группы при $I_g(n) < 0,03 \cdot I_{\text{НОМ}}$ составляют $\pm 0,5 \% (\gamma)$ относительно $I_{\text{НОМ}}$ и при $I_g(n) \geq 0,03 \cdot I_{\text{НОМ}}$ составляют $\pm 5 \% (\delta)$.

⁴⁾ Требования к пределам допускаемой погрешности измерений коэффициента h -ой интергармонической составляющей силы тока соответствуют требованиям ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) к точности измерений силы тока интергармонической центрированной подгруппы. Для приборов класса А в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) и ГОСТ 30804.4.7 (ГОСТ Р 51317.4.7) пределы допускаемой погрешности при измерении силы тока интергармонической центрированной подгруппы при $I_{isg(h)} < 0,03 \cdot I_{\text{НОМ}}$ составляют $\pm 0,15 \% (\gamma)$ относительно $I_{\text{НОМ}}$ и при $I_{isg(h)} \geq 0,03 \cdot I_{\text{НОМ}}$ составляют $\pm 5 \% (\delta)$. Для приборов класса S в соответствии с ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) пределы допускаемой погрешности при измерении гармонических составляющих силы тока устанавливает изготовитель СИ.

⁵⁾ Электрическая мощность в заданной полосе частот (включает мощности гармоник, интергармоник, информационных сигналов в электрических сетях) и электрическая мощность

основной частоты.

Примечание – Изготовитель СИ может установить требования к основной погрешности приборов при измерениях параметров силы тока, угла фазового сдвига, электрической мощности, приведенных в пп. 5.5–5.7, для которых пределы допускаемой основной погрешности в настоящей Таблице не установлены.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности приборов при измерении текущего времени для приборов класса «S» по ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) не должны превышать ± 5 с/сут.

7.5 Дополнительная температурная погрешность приборов в диапазоне рабочих температур при измерении параметров, приведенных в пп. 7.2 и 7.3, не должна превышать половины соответствующих пределов допускаемой основной погрешности на каждые 10°C изменения температуры окружающей среды по отношению к нормальным условиям.

7.6 Дополнительная температурная погрешность приборов в диапазоне рабочих температур при измерении текущего времени не должна превышать соответствующих пределов допускаемой основной погрешности на каждые 10°C изменения температуры окружающей среды по отношению к нормальным условиям.

7.7 Пределы допускаемых погрешностей измерений в рабочих условия эксплуатации устанавливает производитель средств измерений.

7.8 Метрологические характеристики приборов, используемых при измерении параметров электроэнергетических величин, не рассмотренных в данном разделе, устанавливает производитель приборов.

7.9 Межповерочный интервал приборов должен быть не менее 2 лет.

8 Требования к функциональным характеристикам

8.1 Общие требования

Приборы должны выполнять следующие функции:

- обеспечивать задание параметров и режимов работы прибора;
- измерение ПКЭ и других параметров электроэнергетических величин;
- статистическая обработка результатов измерений ПКЭ;
- отсчет текущего времени и ведение календаря;
- прием и обработку команд коррекции времени внутреннего таймера;
- сохранение (архивирование) результатов измерений и заданных параметров в запоминающих устройствах (архивах) приборов;
- отображение результатов измерений на табло приборов;
- обмен данными (параметрами и результатами измерений) с внешними устройствами с помощью интерфейсов передачи данных;
- ведение журналов событий;
- самопроверка и контроль работоспособности;
- сохранение данных (времени, параметров работы и результатов измерений) при отключении электропитания;
- защита данных от несанкционированного доступа.

8.2 Задание параметров

Приборы должны обеспечивать задание следующих параметров:

- календарного времени и даты;
- нормативных значений ПКЭ (нормально и предельно допустимых значений);
- номинальных (согласованных) значений измеряемых сигналов (напряжений и токов);
- коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов напряжения, к которым подключается прибор;
- номинальное значение первичного тока измерительных трансформаторов тока, к которым подключается прибор;
- интервалов времени наибольших и наименьших нагрузок;
- используемых интервалов объединения результатов измерений ПКЭ;
- длительности испытаний электрической энергии.

8.3 Измерение ПКЭ и других параметров электрических величин

Определение текущих результатов измерений производится в соответствии с алгоритмами, определенными в разделе 6.

8.4 Статистическая обработка результатов измерений ПКЭ

8.4.1 Статистическая обработка результатов измерений ПКЭ, характеризующих продолжительные изменения характеристик напряжения

К ПКЭ, характеризующим продолжительные изменения характеристик напряжения, относятся медленные изменения напряжения (отклонения напряжения), отклонение частоты, колебания напряжения (доза фликера), несимметрия напряжений в трехфазной системе (коэффициенты несимметрии по обратной и нулевой последовательностям), несинусоидальность напряжения (коэффициенты искажения синусоидальности, коэффициенты гармонических составляющих).

8.4.1.1 Интервалы времени, используемые для статистической обработки объединенных результатов измерений ПКЭ в приборе должны использоваться следующие интервалы времени:

- 1) 24 часа (суточный интервал);
- 2) 7 суток (недельный интервал).

Для статистической обработки результатов измерения ПКЭ, связанных со значением напряжения (положительное и отрицательное отклонение напряжения, установившееся значение напряжения), допускается использование следующих дополнительных интервалов времени:

- 1) интервал времени наибольших нагрузок в течение суток;
- 2) интервал времени наименьших нагрузок в течение суток;
- 3) интервал времени, объединяющий интервалы времени наибольших нагрузок за каждые сутки одной недели;
- 4) интервал времени, объединяющий интервалы времени наименьших нагрузок за каждые сутки одной недели.

8.4.1.2 Статистические характеристики результатов измерений ПКЭ

Приборы должны определять следующие статистические характеристики

Статистическая характеристика ПКЭ	ПКЭ										
	$\delta U_{(1)}$	δU	$\delta U_{(+), \delta U_{(-)}}$	Δf	K_{2U}	K_{0U}	K_U	$K_{U(n)}$	$K_{Uig(n)}$	P_{st}	P_{lt}
T2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Примечание: Индекс ¹ обозначает интервал времени наибольших нагрузок											

3) Определение упорядоченных номеров верхних и нижних значений ПКЭ, характеризующих установившееся отклонение напряжений ($\delta U_{(1)}$) и отклонение частоты (Δf).

а) Определяют количество значений ПКЭ, выходящих за нижнее нормально допустимое значение – m_n и верхнее нормально допустимое значение – m_b .

б) Если $m_n + m_b \leq 0,05 \cdot N$, то упорядоченный номер нижнего значения ПКЭ определяют по формуле:

$$N_n = 1 + (0,05 \cdot N + m_n - m_b) / 2, \quad (35)$$

а упорядоченный номер верхнего значения ПКЭ определяют по формуле:

$$N_b = N_n + 0,95 \cdot N. \quad (36)$$

в) Если $m_n + m_b > 0,05 \cdot N$, то упорядоченный номер нижнего значения ПКЭ определяют по формуле:

$$N_n = 1 + 0,05 \cdot N \cdot m_n / (m_n + m_b), \quad (37)$$

а упорядоченный номер верхнего значения ПКЭ определяют по формуле:

$$N_b = N_n + 0,95 \cdot N. \quad (38)$$

4) Определение верхнего и нижнего значения ПКЭ

Выбирают из упорядоченного ряда значения ПКЭ с номерами N_n , N_b . Выбранные значения являются соответственно нижним и верхним значением ПКЭ.

8.4.1.4 Требования к точности расчетов статистических характеристик ПКЭ

Погрешности определения статистических характеристик ПКЭ не должны превышать пределов допускаемых погрешностей, установленных для измерения ПКЭ.

8.4.1.5 Расчет относительного времени превышения нормально допустимого значения ПКЭ

Относительное время превышения нормально допустимого значения ПКЭ (T_1) рассчитывается по формуле:

$$T_1 = (N_1 / N_\Sigma) \cdot 100, \quad (39)$$

где N_1 – количество результатов измерений ПКЭ, вышедших за диапазон нормально допустимых значений,

N_Σ – количество результатов измерений ПКЭ за интервал испытаний.

Относительное время превышения предельно допустимого значения ПКЭ (T_2) рассчитывается по формуле:

$$T_2 = (N_2 / N_\Sigma) \cdot 100, \quad (40)$$

где N_2 – количество результатов измерений ПКЭ, вышедших за диапазон предельно допустимых значений.

8.4.2 Статистическая обработка результатов измерений ПКЭ, характеризующих случайные события

К случайным событиям относятся:

- провалы напряжений;
- перенапряжения;
- прерывания напряжений.

8.4.2.1 Требования к интервалам времени, используемым для статистической обработки

Для статистической обработки результатов измерений ПКЭ, характеризующих случайные события, используется интервал времени, равный одному году.

8.4.2.2 Требования к номенклатуре статистических характеристик:

1) Приборы должны определять общее количество и общую продолжительность случайных событий каждого напряжения и всей трехфазной системы с момента пуска прибора за один год.

2) Приборы должны фиксировать количество провалов напряжений с определенными диапазонами значений глубины провала и его длительности.

3) Приборы должны фиксировать количество перенапряжений с определенными диапазонами значений коэффициентов перенапряжений и их длительностей.

4) Приборы должны фиксировать количество прерываний напряжений с определенными диапазонами значений длительностей прерываний напряжений.

8.5 Требования к функциям, связанным с календарным временем

8.5.1 Приборы должны обеспечивать отсчет текущего времени (часы, минуты, секунды) и ведение календаря (день, месяц, год).

8.5.2 До запуска в работу (режим стоп) приборы должны обеспечивать возможность ввода текущего значения времени и даты.

8.5.3 После запуска приборов должна обеспечиваться возможность коррекции показаний таймера не менее одного раза в сутки.

8.5.4 Приборы должны иметь возможность осуществлять переход на зимнее и летнее время согласно введённым датам перехода.

8.6 Сохранение результатов измерений ПКЭ и их статистических характеристик

Приборы должны сохранять в своей внутренней памяти или в памяти устройств, подключенных к ним, следующие данные:

- статистические характеристики ПКЭ, полученные за время испытаний электрической энергии;
- объединенные (усредненные) результаты измерений;
- параметры случайных событий (провалов напряжений, прерываний напряжений, перенапряжений).

Архивы должны быть циклическими, то есть после заполнения памяти прибора, выделенной под архив, новые данные должны записываться на место самых старых данных.

8.6.1 Требования к архивированию статистических характеристик ПКЭ

После окончания каждого интервала испытаний электрической энергии все определяемые на этом интервале статистические характеристики ПКЭ должны

архивироваться во внутренней памяти прибора. Глубина хранения информации данного архива у стационарных приборов должна быть не менее 1 года, у мобильных приборов - не менее одной недели.

В обоснованных случаях допускается устанавливать другие значения глубины хранения архива статистических характеристик ПКЭ.

8.6.2 Требования к архивированию объединенных результатов измерений

Глубина архивов объединенных результатов измерений должна быть не менее значения, соответствующего длительности испытаний электрической энергии (7 суток).

8.6.3 Требования к архивированию параметров случайных событий

Приборы должны сохранять измерительную информацию не менее чем о 100 последних провалах напряжения, не менее чем о 100 последних прерываниях напряжений и не менее чем о 100 последних временных перенапряжениях по каждому фазному напряжению, каждому междуфазному напряжению и трехфазной системы в целом.

8.7 Отображение текущих и сохраненных в соответствующих архивах результатов измерений на табло прибора

Мобильные приборы должны иметь табло и необходимые элементы управления для просмотра результатов измерений.

Стационарные приборы, предназначенные для использования в качестве измерительных (измерительно-вычислительных) компонентов измерительных систем, могут не иметь табло и органов управления. Для получения измерительной информации с таких приборов необходимо обеспечить возможность передачи ее по интерфейсам с помощью протоколов передачи данных.

8.8 Требования к параметрам информационного обмена

8.8.1 Приборы должны иметь один или несколько интерфейсов передачи данных:

- RS-232;
- RS-485;
- USB;
- Ethernet.

8.8.2 Протоколы передачи данных должны обеспечивать возможность получения с прибора следующей информации:

- оперативных результатов измерений (10Т или 150Т);
- архивных результатов измерений (150Т, 10с, 1мин, 10мин, 2ч);
- архивных статистических характеристик ПКЭ;
- параметров случайных событий и их статистических характеристик;
- параметров работы прибора;
- журналов событий.

8.8.3 Протоколы передачи данных должны обеспечивать возможность задания параметров работы (конфигурирования) приборов.

8.9 Ведение журналов событий

Приборы должны вести журнал событий с указанием времени и даты возникновения события. В журнале должны фиксироваться следующие события:

- включение/отключение электропитания прибора;
- установка/снятие пароля;
- коррекция времени;
- пуск прибора в работу.

8.10 Самопроверка и контроль работоспособности

Приборы должны проводить самопроверку и контроль работоспособности при включении прибора или по команде оператора.

8.11 Сохранение данных при отключении электропитания

8.11.1 Приборы должны обеспечивать сохранение заданных параметров работы, результатов измерений, содержащихся в архивах приборов, записей в журнале событий и статистической информации при отключении электропитания на время не менее 15 суток.

8.11.2 При отключении электропитания приборы должны обеспечивать непрерывную работу таймера часов на время не менее 15 суток.

8.11.3 Приборы должны обеспечивать возобновление работы при восстановлении электропитания.

8.12 Защита данных от несанкционированного доступа

8.12.1 Приборы должны обеспечивать программную защиту значений параметров работы от несанкционированного изменения с помощью системы паролей, имеющих один или несколько уровней.

8.12.2 Приборы должны обеспечивать защиту результатов измерений от каких-либо изменений во всех режимах работы.

8.12.3 В стационарных приборах должна обеспечиваться защита от несанкционированного доступа к разъемам для подключения измерительных цепей напряжения и тока, а также сети электропитания.

9 Условия применения

9.1 Значения (области значений) влияющих величин, характеризующих климатические воздействия и электропитание приборов в нормальных условиях применения, и допустимые отклонения от них должны соответствовать указанным в Таблице 9.1.

9.2 Для приборов с электропитанием от внутреннего или внешнего источника постоянного тока конкретные значения напряжения и силы тока для нормальных условий применения должны быть установлены в документации на приборы конкретного типа.

9.3 Приборы должны быть отнесены к 3, 4 или 5 группе по климатическим и механическим воздействиям в рабочих условиях применения, а также в предельных условиях транспортирования по ГОСТ 22261.

9.4 Значения влияющих величин, характеризующих климатические и механические воздействия в рабочих условиях применения и предельных условиях транспортирования приборов различных групп установлены в Таблицах 9.2 – 9.4.

Таблица 9.1 – Нормальные условия применения

Влияющая величина	Нормальное значение (нормальная область значений)	Допускаемое отклонение от нормального значения при испытаниях
Температура окружающего воздуха, °С	20	± 0,5; ± 1; ± 2; ± 5; +10 и – 5; ± 10
Относительная влажность воздуха, %	От 30 до 80	–
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	От 84 до 106 (от 630 до 795)	–
Частота питающей сети, Гц	50 и (или) 60	± 0,5
Напряжение питающей сети переменного тока, В	220	± 4,4
Форма кривой переменного напряжения питающей сети	Синусоидальная	Коэффициент несинусоидальности напряжения не более 5 %

9.5 Допускается изготавливать приборы для применения в более широком диапазоне рабочих температур и влажности, чем это установлено для конкретной группы по Таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Рабочие условия применения (климатические воздействия)

Влияющая величина	Значение влияющей величины для приборов групп		
	3	4	5
Температура окружающего воздуха, °С	От 5 до 40	От минус 10 до 55	От минус 30 до 50
Относительная влажность воздуха, %	90 при 25 °С	90 при 30 °С или 98 при 25 °С	90 при 25 °С или 98 при 25 °С
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	От 70 до 106,7 (От 537 до 800)		От 60 до 106,7 (От 460 до 800)

9.6 Допускается изготавливать приборы одного типа, относящиеся к различным группам по климатическим и механическим воздействиям.

Таблица 9.3 – Рабочие условия применения (механические воздействия)

Влияющая величина	Значение влияющей величины для приборов групп		
	3	4	5
Вибрация: частота, Гц максимальное ускорение, м/с ²	Не устанавливают	От 10 до 55 От 2 до 30	От 10 до 70 От 2 до 40
Механические удары многократного действия: число ударов в минуту максимальное ускорение, м/с ² длительность импульса, мс число ударов по каждому направлению воздействия	Не устанавливают	От 10 до 50 100 16 1000	От 10 до 50 150 6 4000

Механические удары одиночного действия: максимальное ускорение, м/с ² длительность импульса, мс число ударов по каждому направлению воздействия	Не устанавливают	300 6 3	500 3 3
---	------------------	---------------	---------------

Таблица 9.4 – Предельные условия транспортирования

Влияющая величина	Значение влияющей величины для приборов групп		
	3	4	5
Температура окружающего воздуха, °С	По ГОСТ 15150 условия хранения 3 или 5 (от минус 25 до 55 или от минус 50 до 70)		
Относительная влажность воздуха, %	По ГОСТ 15150 условия хранения 3 или 5 (95 при 25 °С или 95 при 30 °С)		
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	От 70 до 106,7 (От 537 до 800)		От 60 до 106,7 (От 460 до 800)
Транспортная тряска: число ударов в минуту максимальное ускорение, м/с ² продолжительность воздействия, ч	80-120		
	30		
	1		2

10 Требования к измерительным входам

10.1 Измерительные входы напряжения

Приборы должны иметь одну или несколько групп трехфазных измерительных входов напряжения.

Измерительные входы напряжения должны быть гальванически изолированы от частей приборов, доступных для пользователя.

Допускается осуществлять электропитание приборов от измерительных входов напряжения.

Потребляемая мощность по каждому измерительному входу напряжения не должна превышать 3 В·А при отсутствии электрического питания прибора по измерительному входу.

10.2 Измерительные входы тока

Приборы должны иметь одну или несколько групп трехфазных измерительных входов тока.

Измерительные входы тока могут подключаться как в разрыв измерительной цепи, так и с помощью разъемных трансформаторов тока (токоизмерительных клещей).

Измерительные входы тока, предназначенные для подключения в разрыв измерительной цепи, должны быть гальванически изолированы от измерительных входов напряжения и частей приборов, доступных пользователю.

Мобильные приборы во входных измерительных цепях тока должны использовать разъемные трансформаторы тока (токоизмерительные клещи).

Потребляемая мощность по каждому измерительному входу тока не должна превышать 3 В·А.

11 Требования к электропитанию

11.1 Электрическое питание приборов допускается осуществлять одним или всеми приведенными ниже способами:

- от переменного напряжения по отдельному входу;
- от измеряемого напряжения по измерительным входам напряжения;
- от внешнего или внутреннего источника постоянного тока.

Конкретная схема организации электрического питания должна быть указана в эксплуатационной документации на приборы.

11.2 Электрическое питание приборов для стационарного применения должно осуществляться от сети переменного тока номинальным напряжением 220 (230) В, частотой 50 Гц или от измеряемого напряжения по измерительному входу напряжения.

11.3 Электрическое питание приборов для мобильного применения может осуществляться от внешнего или внутреннего источника постоянного тока или от сети переменного тока номинальным напряжением 220 (230) В, частотой 50 Гц.

11.4 Приборы могут иметь резервное электрическое питание, используемое при пропадании напряжения основного источника питания. В качестве резервного источника электрического питания допускается использовать резервную сеть переменного тока или источник электрического питания постоянного тока.

Переход на резервное электрическое питание должен происходить автоматически без нарушения установленных режимов работы и функционального состояния приборов.

11.5 Требования к приборам при электрическом питании переменным напряжением

11.5.1 Нормальные условия для приборов в части электрического питания:

- нормальное значение частоты питающей сети 50 Гц, допускаемое отклонение от нормального значения $\pm 0,5$ Гц;
- нормальное значение напряжения питающей сети переменного тока 220 (230) В, допускаемое отклонение от нормального значения $\pm 4,4$ В;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не более 5%.

11.5.2 Рабочие условия для приборов в части электрического питания:

- среднеквадратическое значение напряжения от 85 до 265 В;
- частота напряжения от 45 до 55 Гц;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не более 20%.

11.6 Требования к приборам при электрическом питании переменным напряжением по измерительным входам напряжения

Электрическое питание приборов может осуществляться фазным напряжением с номинальным значением 57,7 В или междуфазным напряжением с номинальным значением 100 В. Конкретное номинальное значение напряжения электрического питания должно быть определено в эксплуатационной документации на приборы.

11.6.1 Нормальные условия для приборов в части электрического питания по измерительным входам:

- среднеквадратическое значение фазного (междуфазного) напряжения от 56,5 (98,0) до 58,9 (102) В;
- частота напряжения от 49,5 до 50,5 Гц;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не более 5%.

11.6.2 Рабочие условия для приборов в части электрического питания по измерительным входам:

- среднеквадратическое значение фазного (междуфазного) напряжения от 46,0 (78,0) до 69,0 (122,0) В;

- частота напряжения от 42,5 до 57,5 Гц;

- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не более 20%.

11.7 Требования к приборам при электрическом питании от внутреннего или внешнего источника постоянного тока устанавливаются в стандартах и других нормативных документах на приборы конкретного типа.

11.8 Электрическое питание прибора допускается осуществлять от источников с иными параметрами выходных напряжений, требования к которым устанавливаются в нормативных документах на приборы конкретного типа.

12 Требования к времени установления рабочего режима и продолжительности непрерывной работы

12.1 Время установления рабочего режима

Время установления рабочего режима не должно превышать 10 минут.

12.2 Продолжительность непрерывной работы

Приборы должны обеспечивать непрерывную работу без ограничения длительности.

Для мобильных приборов допускается время непрерывной работы не менее 7 суток.

13 Требования к устойчивости и прочности при климатических и механических воздействиях

13.1 Приборы должны быть тепло-, холодо- и влагоустойчивыми, то есть должны сохранять технические и метрологические характеристики в пределах норм, установленных на приборы конкретного типа, во время воздействия на них влияющей величины в рабочих климатических условиях применения по Таблице 9.2.

13.2 Приборы должны быть тепло-, холодо- и влагопрочными, то есть должны сохранять технические и метрологические характеристики в пределах норм, установленных на приборы конкретного типа, после воздействия на них влияющей величины в предельных климатических условиях транспортирования по Таблице 9.4.

13.3 Приборы 4 и 5-й групп по Таблице 9.2 должны быть ударопрочными при воздействии механических ударов многократного действия, соответствующие предельным механическим рабочим условиям по Таблице 9.3.

13.4 Приборы должны быть прочными к воздействию свободного падения.

13.5 Приборы в транспортной таре должны обладать прочностью при транспортировании, то есть должны выдерживать без повреждений транспортную тряску, соответствующую предельным условиям транспортирования по Таблице 9.4.

13.6 Допускается устанавливать другие требования к приборам в соответствии с ГОСТ 22261-94.

14 Требования к конструкции

14.1 Приборы могут быть изготовлены в следующих конструктивных исполнениях:

- приборы для мобильного применения (приборы, предназначенные для

непродолжительных измерений);

- приборы для стационарного применения (приборы, предназначенные для постоянной установки в пунктах контроля качества электрической энергии и организации непрерывных и длительных измерений).

Вид конструктивного исполнения должен быть указан в документации на приборы конкретного типа.

14.2 Корпус должен быть сконструирован таким образом, чтобы любая деформация, не имеющая постоянного характера, не могла нарушить нормальное функционирование приборов.

14.3 Приборы стационарного исполнения должны изготавливаться со степенью защиты, обеспечиваемой оболочками, не ниже IP51 по ГОСТ 14254.

14.4 Если не оговорено иное, приборы, предназначенные для присоединения к сети, в которой напряжение в нормальных условиях превышает 250 В относительно земли и корпус которых полностью или частично металлический, должны иметь зажим защитного заземления.

14.5 Конструкция зажимов измерительных цепей напряжения и тока, цепей электропитания приборов для мобильного применения должна предусматривать надежное механическое крепление и электрический контакт используемых соединительных проводов с возможностью быстрого (оперативного) подключения.

14.6 В приборах для мобильного применения для измерений параметров тока рекомендуется использовать разъемные трансформаторы тока (токоизмерительные клещи) с возможностью надежного быстрого (оперативного) подключения.

14.7 Конструкция зажимов измерительных цепей напряжения и тока, цепей электропитания приборов для стационарного применения должна обеспечивать надежное механическое крепление и электрический контакт используемых соединительных проводов.

14.8 Приборы для мобильного применения должны быть оснащены табло и клавиатурой управления. Приборы для стационарного применения могут не иметь указанных конструктивных элементов.

14.9 Приборы класса «А» по ГОСТ 30804.4.30 (ГОСТ Р 51317.4.30) должны иметь модуль синхронизации внутреннего таймера с «Национальной шкалой координированного времени Российской Федерации UTC (SU)» (встроенный или выносной).

14.10 Приборы должны обеспечивать обмен информацией через интерфейсы передачи данных, сведения о которых должны быть приведены в документации на приборы конкретного типа.

14.11 В цепи электропитания приборов должны быть установлены плавкие предохранители, доступ к которым должен быть обеспечен без вскрытия приборов.

Допускается не устанавливать предохранители в приборах с силой тока потребления от сети 100 мА и менее.

14.12 Конструкция приборов должна обеспечивать пломбирование для предотвращения несанкционированного изменения их программного обеспечения, доступа к внутренним частям, влияющим на результаты измерений. Должно быть обеспечено независимое пломбирование приборов предприятием-изготовителем при выпуске из производства и метрологической службой после выполнения поверки.

14.13 Габаритные и установочные размеры, а также масса приборов должны быть указаны в документации на приборы конкретного типа.

15 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) средств измерений должно соответствовать общим и специальным требованиям в соответствии с ГОСТ Р 8.654.

15.1 Требования к документации

15.1.1 ПО приборов должно сопровождаться документацией, которая должна полно и однозначно описывать назначение, основные функции и структуру ПО.

15.1.2 Минимальный набор документов, сопровождающий ПО приборов, должен содержать следующую информацию:

- наименование ПО, обозначение его версии или версий его модулей;
- описание назначения ПО, его структуры и выполняемых функций;
- описание методов и способов идентификации ПО, а также его метрологически значимых частей, функций и параметров;
- описание реализованных в ПО расчётных алгоритмов;
- описание интерфейса пользователя, всех меню и диалогов;
- описание интерфейсов связи ПО для передачи, обработки и хранения данных (в т.ч. посредством сетей связи);
- описание реализованных методов защиты ПО и данных;
- описание способов хранения измеренных данных на встроенном, удалённом или съёмном носителе;
- описание требуемых системных и аппаратных средств.

15.1.3 Графическая и текстовая информация в технической документации должна быть представлена таким образом, чтобы она была пригодна для полного и однозначного понимания.

15.2 Требования к структуре программного обеспечения

15.2.1 В структуре ПО приборов должна быть выделена метрологически значимая часть. Метрологически значимое ПО подлежит идентификации и оценке влияния на метрологические характеристики приборов по каждому измеряемому параметру и ПКЭ.

15.2.2 Метрологически значимое ПО приборов должно быть разработано таким образом, чтобы его невозможно было подвергнуть искажающему воздействию через интерфейсы пользователя и другие интерфейсы.

15.2.3 Команды и данные, введённые через интерфейс пользователя или интерфейс связи приборов, не должны оказывать влияние на метрологически значимое ПО приборов и данные. Если ПО приборов способно воспринимать команды, то техническая документация на ПО должна содержать полный перечень команд, описания их назначения и воздействия на функции приборов и данные.

15.2.4 Обмен данными между метрологически значимыми и незначимыми частями ПО приборов должен осуществляться через защищённый интерфейс.

15.3 Требования к идентификации программного обеспечения

15.3.1 Для проверки соответствия метрологически значимого ПО приборов документации, а также для подтверждения его целостности и подлинности должна быть проведена идентификация ПО. В ПО приборов необходимо предусмотреть возможность доступа к идентификационным данным с помощью интерфейсов пользователя или интерфейсов связи.

15.3.2 Идентификационные данные метрологически значимой части ПО приборов должны быть указаны в описании типов приборов и в их эксплуатационной документации.

15.4 Требования к влиянию программного обеспечения на метрологические характеристики средств измерений

15.4.1 При проведении испытаний приборов в целях утверждения типа должна быть оценена степень влияния метрологически значимой части ПО на метрологические характеристики приборов по каждому измеряемому параметру и ПКЭ. При этом должна быть предусмотрена возможность такой оценки с помощью программных и метрологических тестов.

15.4.2 Метрологические характеристики приборов по каждому измеряемому параметру и ПКЭ должны быть приведены в описании типа на приборы и должны быть указаны с учетом влияния метрологически значимой части ПО.

15.5 Требования к защите программного обеспечения и данных

15.5.1 Метрологически значимая часть ПО прибора и данные должны быть защищены от случайных или непреднамеренных изменений.

15.5.2 ПО приборов должно быть защищено от несанкционированной модификации, загрузки или считывания данных.

15.5.3 В приборах должна быть предусмотрена защита от несанкционированного удаления физического запоминающего устройства, содержащего метрологически значимое ПО или данные.

15.6 Специальные требования

15.6.1 Если ПО приборов может быть обновлено (загружено), то модули, обеспечивающие обновление, относятся к метрологически значимому ПО. Обновление метрологически значимой части ПО должно сопровождаться проведением испытаний в целях утверждения типа с соблюдением требований пунктов 15.3.1, 15.4.

15.6.2 Сохраняемые или передаваемые результаты измерений (данные) должны быть защищены с помощью средств, обеспечивающих их подлинность, достоверность и целостность.

16 Требования безопасности

16.1 Приборы должны соответствовать требованиям безопасности, установленным техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС 004/2011) или техническими регламентами Евразийского экономического сообщества, а в случае их отсутствия - техническими регламентами государств-членов Таможенного союза, распространяющимися на приборы в соответствии с областью применения указанных технических регламентов.

16.2 Приборы должны иметь защиту согласно ГОСТ Р 52319:

- от прямого или косвенного воздействия электрического тока,
- от механических опасностей,
- от распространения огня,
- от опасностей, вызываемых жидкостями.

16.3 Приборы должны быть устойчивы к ударам и тряске согласно ГОСТ Р 52319.

16.4 Предельная допустимая температура частей приборов и теплостойкость отдельных элементов приборов не должны превышать значений, указанных в ГОСТ Р 52319.

16.5 Компоненты, входящие в состав приборов, должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52319.

16.6 Цепи измерения напряжения и тока должны соответствовать ГОСТ Р 52319 и иметь соответствующую категорию измерений:

- в цепях до 150 В не ниже CAT IV,
- в цепях до 300 В не ниже CAT III,
- в цепях до 600 В не ниже CAT II.

16.7 Цепи измерения тока, предназначенные для присоединения к измерительным трансформаторам без внутренней защиты, должны быть соответствующим образом защищены, чтобы предотвратить возникновение опасности в результате прерывания работы этих цепей во время функционирования приборов и соответствовать ГОСТ Р 52319.

16.8 Приборы не должны вызывать опасности при любой комбинации номинальных входных напряжений в соответствии с ГОСТ Р 52319.

16.9 Маркировка приборов и эксплуатационная документация в части требований безопасности должна соответствовать ГОСТ Р 52319.

16.10 Хранение, транспортирование, эксплуатация и утилизация приборов не должны наносить вреда окружающей среде.

17 Требования электромагнитной совместимости

17.1 Общие требования

Приборы должны соответствовать требованиям и нормам к помехоустойчивости и помехоэмиссии технического регламента Таможенного союза «Электромагнитная совместимость технических средств» (ТР ТС 020/2011) или технического регламента Евразийского экономического сообщества, а в случае их отсутствия - технических регламентов государств-членов Таможенного союза.

Соответствие требованиям должно обеспечиваться выполнением норм ГОСТ Р 51522.1 для оборудования класса А.

17.2 Требования к помехоэмиссии

17.2.1 Напряжение кондуктивных и излучаемых промышленных радиопомех, создаваемых прибором, не должно превышать значений, указанных в ГОСТ Р 51318.11 для оборудования класса А, группы 1.

Для приборов может быть установлено напряжение кондуктивных и излучаемых промышленных радиопомех, не превышающее норм, указанных в ГОСТ Р 51318.11 для оборудования класса Б, группы 1.

17.2.2 Эмиссия гармонических составляющих тока в цепи электропитания, создаваемая прибором, должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51317.3.2, для технических средств класса А.

17.2.3 Изменения напряжения, колебания напряжения и фликер в цепи электропитания, создаваемые прибором, должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51317.3.3.

17.3 Требования к помехоустойчивости

17.3.1 Приборы должны быть устойчивы ко всем видам электромагнитных помех в соответствии с ГОСТ Р 51522.1 для оборудования, предназначенного для применения в

промышленных зонах.

Нормы устойчивости и критерии качества функционирования приборов должны быть не ниже указанных в разделе 6.2 ГОСТ Р 51552.1, Таблица 2.

17.3.2 Портативные ручные приборы, применяемые для испытаний, измерений и мониторинга должны быть устойчивы ко всем видам электромагнитных помех в соответствии с ГОСТ Р 51522.2.2.

Нормы устойчивости и критерии качества функционирования приборов должны быть не ниже указанных в приложении А ГОСТ Р 51552.1, Таблица А1 и разделе 6.2 ГОСТ Р 51522.2.2.

17.3.3 Приборы, подключаемые к оборудованию, расположенному вне «защищенной» зоны на подстанциях среднего и высокого напряжения, должны быть устойчивы ко всем видам электромагнитных помех в соответствии с ГОСТ Р 51317.6.5.

Нормы устойчивости и критерии качества функционирования приборов должны быть не ниже указанных в разделе 6 ГОСТ Р 51317.6.5 таблицы 1-5 для технических средств, размещаемых на подстанциях среднего или высокого напряжения.

18 Требования к надежности

В качестве показателя надежности, характеризующего долговечность, должен использоваться средний срок службы.

В качестве показателя надежности, характеризующего ремонтпригодность, должно использоваться среднее время восстановления работоспособного состояния.

18.1 Для приборов должны быть установлены показатели надежности, характеризующие следующие свойства приборов:

- безотказность;
- долговечность;
- ремонтпригодность.

В качестве показателя надежности, характеризующего безотказность, должна использоваться средняя наработка на отказ T_o .

В качестве показателя надежности, характеризующего долговечность, должен использоваться средний срок службы $T_{сл}$.

В качестве показателя надежности, характеризующего ремонтпригодность, должно использоваться среднее время восстановления T_v .

18.2 Допускается дополнительно устанавливать другие показатели надежности по ГОСТ 27.002.

18.3 Количественные значения показателей надежности выбирают по ГОСТ 27883 и устанавливают в документации на приборы конкретного типа.

18.4 Значения показателей надежности должны устанавливаться для нормальных и (или) рабочих условий применения приборов.

В документации на приборы конкретного типа должно быть указано, для каких условий применения устанавливаются значения показателей надежности.

19 Требования к маркировке

19.1 На приборы должны быть нанесены:

- наименование и (или) условное обозначение типа средств измерений;
- товарный знак и (или) наименование предприятия-изготовителя;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- дата (год) изготовления;
- испытательное напряжение изоляции (символы С-1 – С-3 по ГОСТ 23217);
- знак утверждения типа средств измерений;
- единый знак обращения продукции на рынке государств – членов Таможенного союза или знак соответствия, принятый в национальных системах сертификации государств-участников Содружества Независимых Государств.

19.2 Если на приборы наносятся единицы измеряемых величин, то они должны наноситься по ГОСТ 8.417.

19.3 Степень защиты, обеспечиваемая оболочками приборов, должна наноситься в соответствии с ГОСТ 14254.

19.4 На электрические соединители приборов должны быть нанесены обозначения, позволяющие определить части разъемов, подлежащие соединению между собой. На ответные части одного и того же соединителя наносят одинаковые обозначения. Единственный соединитель допускается не обозначать. Обозначение наносят непосредственно на корпуса ответных частей соединителей или на кабели панели приборов около частей соединителя.

19.5 На органы управления приборов или вблизи них должны быть нанесены надписи или обозначения, указывающие назначение этих органов.

19.6 На титульные листы эксплуатационных документов должны быть нанесены знак утверждения типа и единый знак обращения продукции на рынке государств – членов Таможенного союза.

19.7 Маркировка должна соответствовать требованиям безопасности, ГОСТ 26828, шрифт надписей – ГОСТ 26.020. Маркировка должна быть нанесена способом, обеспечивающим четкость и сохранность маркировки в течение всего срока эксплуатации.

19.8 Маркировка упаковки приборов должна соответствовать ГОСТ 14192 и документации на приборы конкретного типа.

20 Требования к комплектности

20.1 Комплектность приборов должна быть установлена в документации на приборы конкретного типа.

20.2 В комплект поставки приборов должен входить комплект эксплуатационной документации по ГОСТ 2.601.

В комплект поставки должны также входить:

- методика поверки;
- свидетельство (и/или знак поверки в паспорте (формуляре) о первичной поверке при выпуске из производства;
- копия описания типа.

21 Требования к упаковке

21.1 Упаковка должна обеспечивать защиту приборов от климатических и механических повреждений при транспортировании, погрузочно-разгрузочных работах и хранении.

21.2 В документации на приборы конкретного типа должны быть определены требования к виду, типу используемых материалов, габаритным размерам и массе потребительской и (или) транспортной тары, а также приведена другая необходимая информация.

22 Требования к транспортированию и хранению

22.1 Упакованные приборы должны транспортироваться в закрытых транспортных средствах любого вида.

При транспортировании самолетом упакованные приборы должны быть размещены в отапливаемых герметизированных отсеках.

22.2 Значения влияющих величин климатических и механических воздействий на упакованные приборы при транспортировании должны находиться в пределах, указанных в Таблице 9.4.

22.3 Трюмы судов, кузова автомобилей, используемые для перевозки упакованных приборов, не должны иметь следов цемента, угля, химикатов и т. д.

22.4 Расстановка и крепление в транспортных средствах упакованных приборов должны обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность смещения и ударов их друг о друга, а также о стенки транспортных средств.

22.5 Укладывать упакованные изделия в штабеля следует в соответствии с правилами и нормами, действующими на соответствующем виде транспорта, чтобы не допускать деформации транспортной тары при возможных механических перегрузках.

22.6 Приборы до введения в эксплуатацию следует хранить на складах в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 до 40 °С и относительной влажности воздуха 80 % при температуре 25 °С.

Хранить приборы без упаковки следует при температуре окружающего воздуха от 10 до 35 °С и относительной влажности воздуха 80 % при температуре 25 °С.

В помещениях для хранения приборов содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа I по ГОСТ 15150.

Расположение приборов на складах должно обеспечивать их свободное перемещение и доступ к ним.

22.7 По требованию заказчика приборы могут быть законсервированы для длительного хранения по ГОСТ 9.014.