

УДК 621.313

А.Ф.Жаркин, докт.техн.наук, С.А.Палачев (Ин-т электродинамики НАН Украины, Киев)

Нормативное регулирование качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения Украины и стран Евросоюза

Проведен сравнительный анализ межгосударственного стандарта ГОСТ 13109-97 и международного европейского стандарта EN50160. Рассмотрены законодательные основы, область применения, параметры и показатели, методики проведения измерений и нормы качества электроэнергии указанных нормативных документов.

Проведено порівняльний аналіз міждержавного стандарту ГОСТ 13109-97 і міжнародного європейського стандарту EN50160. Розглянуто законодавчі основи, сферу застосування, параметри і показники, методики проведення вимірювань та норми якості електроенергії зазначених нормативних документів.

Введение. Показатели и нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения в Украине установлены ГОСТ 13109-97 [2]. Несмотря на наличие принятых в последнее время ряда государственных стандартов Украины (ДСТУ) по электромагнитной совместимости, которые выполнены методом простого перевода соответствующих европейских стандартов, ГОСТ 13109-97 в настоящее время по ряду причин остается практически единственным известным широкому кругу специалистов украинским нормативным документом в области качества электроэнергии и электромагнитной совместимости.

В странах Евросоюза показатели качества напряжения (а не электроэнергии) в распределительных системах электроснабжения низкого и среднего напряжения устанавливает международный европейский стандарт EN50160 [5], который во многом является аналогом межгосударственного (стран СНГ) стандарта ГОСТ 13109-97. С учетом "европейского выбора" Украины и сегодняшней необходимости приведения украинской нормативно-правовой базы, регулирующей взаимоотношения в электроэнергетике, в соответствие с европейскими требованиями, проведение сравнительного анализа упомянутых стандартов представляется весьма актуальным.

Законодательные основы регулирования вопросов качества электроэнергии в Украине в общем плане рассмотрены в [3], где, в частности, показано,

что требования ГОСТ 13109-97 об обязательности соблюдения установленных им норм противоречат украинскому законодательству и не соответствуют европейским требованиям. В то же время, законодательная база, регулирующая вопросы качества товарной продукции в Украине и включающая в себя, в частности, "Господарський Кодекс", Закон "Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності", полностью соответствует правовым принципам развитых европейских стран. Таким образом, в законодательстве Украины в настоящее время создана правовая основа для принятия технического регламента, который будет устанавливать обязательные нормы качества электрической энергии. Данный регламент должен быть принят Кабинетом Министров Украины.

Правовая база по вопросу качества электроэнергии во многих европейских странах на сегодняшний день находится в процессе становления. Это объясняется тем, что новая Директива Евросоюза 2003/54/ЕС [4], которая устанавливает общие правила внутреннего рынка электроэнергии, основанные на принципах свободного рынка и конкуренции, вступила в силу только 1 июля 2004 года. Согласно этой Директиве правилами энергорынка должен быть установлен минимум технических требований для процедуры подключения потребителей к системам электроснабжения. Поэтому в странах Евросоюза в соответствии с данным положением Директивы нормы качества электричес-

кой энергии для сетей напряжением до 35 кВ устанавливаются энергоснабжающими организациями в своих нормативных документах путем добровольного соблюдения требований международного европейского стандарта на качество напряжения EN50160.

Область применения. ГОСТ 13109-97 устанавливает показатели и нормы качества электрической энергии для сетей систем электроснабжения общего назначения напряжением от 0,38 кВ до 330 кВ, в то время, как стандарт на показатели качества напряжения EN 50160 рассматривает распределительные системы электроснабжения напряжением до 35 кВ включительно. В обоих стандартах качество электроэнергии рассматривается с точки зрения взаимоотношений поставщиков и потребителей электроэнергии (продавцов и покупателей товарного продукта) [3].

В ГОСТ 13109-97 сказано: "Нормы качества электроэнергии, устанавливаемые настоящим стандартом, являются уровнями электромагнитной совместимости для кондуктивных электромагнитных помех в системах электроснабжения общего назначения. При соблюдении указанных норм обеспечивается электромагнитная совместимость электрических сетей систем электроснабжения общего назначения и электрических сетей потребителей электрической энергии (приемников электрической энергии)". В EN 50160 прямо указывается, что установленные в этом стандарте характеристики напряжения не предназначены для использования их в качестве уровней электромагнитной совместимости. В Евросоюзе уровни электромагнитной совместимости устанавливаются международным европейским стандартом EN 61000-2-2 [6] для сетей низкого напряжения и международным европейским стандартом EN 61000-2-12 [7] для сетей среднего напряжения. Причем, если для сетей напряжением выше 35 кВ уровни электромагнитной совместимости не нормируются и международными европейскими стандартами, то ГОСТ 13109-97 нормирует эти уровни до 330 кВ включительно.

В ГОСТ 13109-97 сказано: "Нормы, установленные настоящим стандартом, применяются при проектировании и эксплуатации электрических сетей, а также при установлении уровней помехоустойчивости приемников электрической энергии и уровней кондуктивных электромагнитных помех, вносимых этими приемниками". В EN 50160 напротив указывается, что установленные в нем характеристики напряжения не предназначены для нормирования требований к электрической аппаратуре. Это объясняется тем, что в Евросоюзе обязательные требования к уровням помехоустойчивости аппаратуры устанавливаются только для сетей низкого напряжения отдельными стандартами по электромагнитной совместимости, а именно, стандартом EN 61000-6-1 [8] для бытовой

аппаратуры и стандартом EN 61000-6-2 [9] для промышленного оборудования. Причем, в этих стандартах для входных портов переменного напряжения низковольтной аппаратуры обязательные требования предъявляются только к импульсу напряжения и провалу напряжения.

Характеристики напряжения, параметры и показатели качества электрической энергии. В разделе 1 ГОСТ 13109-97 сказано, что им устанавливаются показатели и нормы качества электрической энергии в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения. Однако, согласно новой концепции, предложенной на конференции в Барселоне в мае 2003 года председателем рабочей группы по качеству электропитания Совета европейских органов регулирования в энергетике (CEER), в понятие качество электропитания входят коммерческое качество, непрерывность подачи питания и качество напряжения. То есть, по современным европейским понятиям ГОСТ 13109-97 устанавливает не нормы качества электрической энергии, а нормы качества напряжения.

Полное название стандарта EN50160 переводится, как "Характеристики напряжения электрического питания в распределительных сетях общего назначения". В этом стандарте есть только одна характеристика напряжения, которая не связана с показателями качества, — Magnitude of voltage supply (в переводе — величина напряжения питания). Она устанавливается в стандарте EN 50160 только для сетей низкого напряжения и составляет 230В для фазного напряжения. Поскольку ГОСТ 13109-97 рассматривает только показатели и нормы качества электрической энергии, то эту характеристику напряжения, не являющуюся параметром качества, он не рассматривает. Остальные характеристики напряжения из стандарта EN 50160 представляют собой параметры качества напряжения и их можно сравнивать с параметрами качества электроэнергии из ГОСТ 13109-97.

Параметры качества напряжения в стандарте EN50160 делятся на две группы:

а) семь параметров, для которых величины определяются в виде четко выраженных значений, измеренных за определенный период времени;

б) шесть параметров для явлений, зависящих от построения системы, имеющих ярко выраженный случайный характер и для которых даны приблизительные значения.

Параметры качества электроэнергии в ГОСТ 13109-97 делятся на три группы:

а) пять параметров, для которых величины определяются в виде четко выраженных значений, измеренных за определенный период времени;

б) два параметра для явлений, зависящих от построения системы, имеющих ярко выраженный случайный характер, для которых отсутству-

ет определенный интервал времени измерения и даны приблизительные значения;

в) один параметр для явления, имеющего случайный характер, зависящего от построения системы, для которого отсутствует определенный интервал времени измерения, но задано предельное значение.

В табл. 1 приведены характеристики напряжения из стандарта EN50160, для которых величины определяются в виде четко выраженных значений, и соответствующие им параметры качества электроэнергии из ГОСТ 13109-97. Из таблицы видно, что из характеристик, для которых в EN 50160 величины определены в виде четко выраженных значений, только две не имеют аналогов в ГОСТ 13109-97, а именно, Interharmonic voltages (напряжения интергармоник) и Mains signaling voltages (напряжения сигналов, передаваемых по распределительным сетям низкого напряжения). Нормы для первой характеристики в стандарте EN 50160 в настоящее время отсутствуют, так как находятся на рассмотрении технического комитета, разрабатывающего исправления и дополнения к стандарту. Вторая характеристика применяется в странах, где подобная передача сигналов имеет место. Очевидно, что обе упомянутые характеристики должны быть предметом рассмотрения соответствующего украинского стандарта.

Таблица 1.

Характеристики напряжения в стандарте EN 50160	Параметры качества электроэнергии в ГОСТ 13109-97
Power frequency	Отклонение частоты
Supply voltage variation	Отклонение напряжения
Rapid voltage changes	Колебания напряжения
Supply voltage unbalance	Несимметрия напряжений
Harmonic voltages	Несинусоидальность напряжения
Interharmonic voltages	Нет
Mains signaling voltages	Нет

Рассмотренные параметры качества электроэнергии, для которых величины определяются в виде четко выраженных значений, в ГОСТ 13109-97 и в EN 50160 характеризуются показателями, приведенными в табл. 2. Проведенный анализ показал, что только при определении коэффициентов, характеризующих несинусоидальность напряжения, в ГОСТ 13109-97 и в стандарте EN 50160 существуют некоторые отличия. В стандарте EN50160 коэффициенты n -ой гармонической составляющей напряжения определяются отношением измеренного напряжения гармоники к номинальному напряжению сети, а коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения (THD) определяется соответствующим отношением к измеренному напряжению основной частоты. В то время как ГОСТ 13109-97 предостав-

ляет право выбора при проведении указанных расчетов.

Таблица 2.

Параметры качества электроэнергии в ГОСТ 13109-97	Показатели качества электроэнергии в ГОСТ 13109-97	Параметры качества напряжения в EN 50160
Отклонение частоты	Отклонение частоты	Power frequency
Отклонение напряжения	Установившееся отклонение напряжения	Supply voltage variation
Колебания напряжения	Размах изменения напряжения	Magnitude of rapid voltage changes
	Доза фликера	Flicker severity
Несимметрия напряжений	Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности	Negative sequence component
	Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности	Zero sequence component
Несинусоидальность напряжения	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения	Total harmonic distortion THD
	Коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения	Harmonic voltages in relation to the declared voltage

В стандарте EN50160 ко второй группе параметров качества напряжения, для которых не задаются определенные нормы, относятся такие параметры, как Voltage dips (провалы напряжения с уменьшением напряжения ниже 90% от номинала), Short interruptions (кратковременные (длительностью до 3-х минут) прерывания напряжения питания) и Long interruptions (длительные (свыше трех минут) прерывания напряжения питания).

Первым двум параметрам качества напряжения из EN50160, с оговоркой, соответствует один параметр качества электроэнергии из ГОСТ 13109-97 — провал напряжения, который характеризуется показателем качества электроэнергии — длительность провала напряжения. Главное отличие в этих параметрах качества состоит в том, что в ГОСТ 13109-97 установлена предельная длительность провала напряжения (30 сек), а для определения соответствующих показателей качества напряжения согласно EN50160 регистрируется количество провалов напряжения и кратковременных прерываний напряжения питания за год. Третий параметр качества напряжения не имеет аналогов в ГОСТ 13109-97.

Кроме рассмотренных ко второй группе параметров качества напряжения также относятся Transient overvoltages (кратковременные перенапряжения) и Temporary overvoltages (временные перенапряжения). Четвертому параметру качества

напряжения из EN50160 примерно соответствует параметр качества электроэнергии из ГОСТ 13109-97 — импульс напряжения, который характеризуется показателем импульсного напряжения. Пятому параметру качества напряжения из EN50160 примерно соответствует параметр качества электроэнергии из ГОСТ 13109-97 — временное перенапряжение, который характеризуется показателем коэффициента временного перенапряжения. Известно, что кратковременные перенапряжения обычно возникают при коммутациях в сетях или при ударах молнии, а временные — при КЗ в распределительной сети или в нагрузке.

Методики проведения измерений. Текст стандарта EN50160 не содержит методик проведения измерений показателей качества электроэнергии и оценки полученных результатов. Соответствующая информация содержится в трех других международных европейских стандартах. При этом стандарт EN 61000-4-30 [10] устанавливает методы измерения показателей качества электроэнергии. Стандарт EN 61000-4-7 [11] представляет собой руководство по проведению измерений коэффициентов искажений синусоидальности кривых напряжения и тока, а также руководство по выбору соответствующих измерительных приборов. В частности, этот стандарт рекомендует при проведении измерений коэффициентов искажений синусоидальности кривых тока и напряжения использовать дискретное преобразование Фурье. Стандарт EN 61000-4-15 [12] содержит описание и требуемые характеристики приборов для измерения фликера.

В тексте ГОСТ 13109-97 содержится лишь краткая методика проведения измерений, в которой отсутствуют необходимые разъяснения и конкретизация. По этой методике проводить достоверные измерения не представляется возможным. Поэтому, например, в России в 2000 году Министерством энергетики были приняты Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [13]. Данные Методические указания, вышедшие практически одновременно с ГОСТ 13109-97, устранили пробелы в его методике измерения показателей качества электроэнергии. В результате, в России имеется возможность проводить достоверные измерения показателей качества электроэнергии, а нормы качества электроэнергии активно использовать на практике. К сожалению, в Украине подобный документ отсутствует, что, в частности, дает возможность конфликтующим сторонам оспаривать точность и корректность проведенных измерений показателей качества электроэнергии, а также правильность оценки их результатов.

Несмотря на то, что в EN 50160 нет упомянутой методики, в указанном стандарте содержатся некоторые конкретные рекомендации по проведению измерений. При этом рекомендации EN

50160 и ГОСТ 13109-97 часто отличаются. Например, ГОСТ 13109-97 при проведении измерений коэффициентов искажений синусоидальности кривой напряжения при помощи быстрого преобразования Фурье рекомендует ширину прямоугольного измерительного окна 0,32 секунды, в то время, как стандарт EN 50160 требует ширины 0,2 секунды.

Оба сравниваемых стандарта принимают во внимание тот факт, что в системах с большим количеством потребителей уровень помех в течение времени суток, а также в зависимости от дня недели (рабочий или выходной день) существенно меняется. Поэтому для получения репрезентативной картины в отношении помех необходимо проводить измерения в течение полного цикла периодических изменений нагрузки, то есть на протяжении недели. В стандарте EN 50160 минимальный интервал времени измерений параметров качества напряжения первой группы (для которых величины определяются в виде четко выраженных значений) задан длительностью 1 неделя. Исключения составляют измерения отклонений частоты в сетях, подключенных к объединенной системе, когда этот интервал равен 1 году. Для измерений параметров качества напряжения второй группы (случайных), а именно, провалов напряжения, коротких и длительных прерываний напряжения задан интервал времени измерений длительностью 1 год. Для кратковременных и временных перенапряжений интервал времени измерений не задан.

В ГОСТ 13109-97 минимальный интервал времени измерений равен 24 часам, а его рекомендованное значение (не обязательное) — 7 суток. Для импульсного напряжения, коэффициента временного перенапряжения и провалов напряжения отечественный стандарт рекомендует проводить получение данных "путем длительного наблюдения".

Интервалы усреднения показаний приборов, измеряющих параметры качества электроэнергии в соответствии со стандартом EN 50160, рассмотрены в стандарте EN 61000-4-30. В табл. 3 приведены интервалы усреднения результатов измерения параметров качества электроэнергии из стандарта EN 50160 (EN 61000-4-30) и ГОСТ 13109-97. Из таблицы видно, что наиболее существенное отличие между длительностью интервалов усреднения результатов измерений несимметрии напряжений и несинусоидальности напряжения — в 200 раз. Такое отличие может привести к тому, что результаты обработки показаний приборов, выполненной в соответствии с методикой EN 61000-4-30, могут существенно отличаться от результатов обработки показаний приборов, выполненной в соответствии с методикой ГОСТ 13109-97.

Нормы качества электрической энергии для сетей низкого напряжения 0,38 кВ. В обоих стандартах используются значения, полученные путем усреднения показаний измерений на определенном указанном выше интервале.

1. Power frequency (отклонение частоты).

В EN50160: $\pm 1\%$ ($\pm 0,5$ Гц) для 99,5% значений за год и от -6% до $+4\%$ (от -3 Гц до $+2$ Гц) для 100% значений за весь период времени наблюдения (для сетей с синхронным подключением к объединенной системе); $\pm 2\%$ (± 1 Гц) для 95% значений за неделю и $\pm 15\%$ ($\pm 7,5$ Гц) для 100% значений за неделю (для сетей без синхронного подключения к объединенной системе).

Таблица 3.

Параметры качества электроэнергии	Интервал усреднения в EN50160	Интервал усреднения в ГОСТ 13109-97
Отклонение частоты	10 сек	20 сек
Отклонение напряжения	10 мин	60 сек
Несимметрия напряжений	10 мин	3 сек
Несинусоидальность напряжения	а) 10 мин (при длительности интервала времени измерения 1 неделя) б) 3 сек (при длительности интервала времени измерения 1 день)	3 сек
Кратковременная доза фликера	10 мин	10 мин

В ГОСТ 13109-97: $\pm 0,2$ Гц для 95% значений за 24 часа (нормально допустимое значение), $\pm 0,4$ Гц для 100% значений за 24 часа (предельно допустимое значение).

Для сравнения в регламенте Великобритании: $\pm 1\%$ ($\pm 0,5$ Гц), а в регламенте Норвегии: $\pm 2\%$ (± 1 Гц) (для сетей без синхронного подключения к объединенной системе).

2. Supply voltage variation (отклонение напряжения).

В EN 50160: $\pm 10\%$ для 95% значений за неделю, от -15% до $+10\%$ для 100% значений.

В ГОСТ 13109-97: $\pm 5\%$ для 95% значений за 24 часа (нормально допустимое значение), $\pm 10\%$ для 100% значений (предельно допустимое значение).

Для сравнения в регламенте Великобритании: от -6% до $+10\%$, а в регламенте Норвегии: $\pm 10\%$.

3. Rapid voltage changes (размах изменения напряжения).

В EN 50160 показатель, в основном, не превышает 5% , а при некоторых обстоятельствах несколько раз в день допускаются изменения до 10% .

В ГОСТ 13109-97 приведены зависимости величины размаха изменений напряжения от частоты повторения изменений напряжения за минуту, а также установлено, что сумма установившегося отклонения напряжения и размаха изменения напряжения не должна превышать $\pm 10\%$ от номинала.

Для сравнения в регламенте Норвегии допускается в течение суток одно изменение напряжения на 10% , двадцать четыре изменения на 5% и более двадцати четырех изменений на 3% .

4. Flicker severity (доза фликера).

В EN50160 нормируется только длительная доза фликера: не более 1 для 95% значений за неделю.

В ГОСТ 13109-97 для потребителей, обладающих помещениями, где требуется большое зрительное напряжение, устанавливается предельно допустимое значение кратковременной дозы фликера 1,0, а предельно допустимое значение длительной дозы фликера — 0,74 на интервале времени измерения 2 часа. Для остальных потребителей устанавливается предельно допустимое значение кратковременной дозы фликера 1,38, а предельно допустимое значение длительной дозы фликера — 1,0 на интервале времени измерения 2 часа.

Для сравнения в регламенте Норвегии нормируется длительная доза фликера: не более 1, а кратковременная доза фликера: не более 1,2.

5. Supply voltage unbalance (несимметрия напряжений).

В EN 50160 коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности не должен превышать 2% для 95% значений за неделю, а коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности не задан.

В ГОСТ 13109-97 коэффициент несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности не должен превышать 2% для 95% значений за 24 часа (нормально допустимое значение) и 4% для 100% значений (предельно допустимое значение).

6. Harmonic voltages (несинусоидальность напряжения).

В EN 50160 коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения допускается не более 8% для 95% значений за неделю.

В ГОСТ 13109-97 коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения допускается не более 8% для 95% значений за 24 часа (нормально допустимое значение) и 12% для 100% значений (предельно допустимое значение).

Для сравнения в регламенте Норвегии усредненный за неделю коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения допускается не более 5% , а предельно допустимое значение указанного коэффициента составляет 8% .

7. Harmonic voltages in relation to the declared voltage (коэффициенты n -ой гармонической составляющей напряжения).

Допустимые значения для коэффициентов гармоник высоких порядков в обоих стандартах ГОСТ 13109-97 и EN50160 одинаковы по величине.

Нормы качества электрической энергии для сетей среднего напряжения до 35 кВ включительно.

1. Power frequency (отклонение частоты).

В EN50160: $\pm 1\%$ ($\pm 0,5$ Гц) для 99,5% значений за год и от -6% до $+4\%$ (от -3 Гц до $+2$ Гц) для 100% значений за весь период времени наблюдения (для сетей с синхронным подключением к объединенной системе); $\pm 2\%$ (± 1 Гц) для 95% значений за неделю и $\pm 15\%$ ($\pm 7,5$ Гц) для 100% значений за неделю (для сетей без синхронного подключения к объединенной системе).

В ГОСТ 13109-97: $\pm 0,2$ Гц для 95% значений за 24 часа (нормально допустимое значение), $\pm 0,4$ Гц для 100% значений за 24 часа (предельно допустимое значение).

Для сравнения в регламенте Великобритании: $\pm 1\%$ ($\pm 0,5$ Гц), а в регламенте Норвегии: $\pm 2\%$ (± 1 Гц) (для сетей без синхронного подключения к объединенной системе).

2. Supply voltage variation (Отклонение напряжения).

В EN 50160: $\pm 10\%$ для 95% значений за неделю, от -15% до $+10\%$ для 100% значений.

В ГОСТ 13109-97: $\pm 5\%$ для 95% значений за 24 часа (нормально допустимое значение) и $\pm 10\%$ для 100% значений (предельно допустимое значение).

3. Rapid voltage changes (размах изменения напряжения).

В EN 50160 показатель, в основном, не превышает 4% от U , а при некоторых обстоятельствах несколько раз в день допускаются изменения до 6% .

В ГОСТ 13109-97 приведены зависимости величины размаха изменений напряжения от частоты повторения изменений напряжения за минуту.

Для сравнения в регламенте Норвегии допускается в течение суток одно изменение напряжения на 6% , двадцать четыре изменения на 4% и более двадцати четырех изменений на 3% .

4. Flicker severity (доза фликера).

В EN 50160 нормируется только длительная доза фликера: не более 1 для 95% значений за неделю.

В ГОСТ 13109-97 для потребителей, обладающих помещениями, где требуется большое зрительное напряжение, устанавливается предельно допустимое значение кратковременной дозы фликера 1,0, а предельно допустимое значение длительной дозы фликера — 0,74 на интервале времени измерения 2 часа. Для остальных потребителей устанавливается предельно допустимое значение кратковременной дозы фликера 1,38, а предельно допустимое значение длительной дозы фликера — 1,0 на интервале времени измерения 2 часа.

Для сравнения в регламенте Норвегии: длительная доза фликера допускается не более 0,8, а кратковременная доза фликера — не более 1,0.

5. Supply voltage unbalance (несимметрия напряжений).

В EN 50160 коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности не дол-

жен превышать 2% для 95% значений за неделю.

В ГОСТ 13109-97 коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности не должен превышать 2% для 95% значений за 24 часа (нормально допустимое значение) и 4% для 100% значений (предельно допустимое значение).

6. Harmonic voltages (несинусоидальность напряжения).

В EN 50160 коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения допускается не более 8% для 95% значений за неделю.

В ГОСТ 13109-97 коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения допускается не более 5% для сетей от 6 кВ до 20 кВ и 4% для сетей 35 кВ для 95% значений за 24 часа (нормально допустимое значение), 8% для сетей от 6 кВ до 20 кВ и 6% для сетей 35 кВ для 100% значений (предельно допустимое значение).

Для сравнения в регламенте Норвегии усредненный за неделю коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения допускается не более 5% , а предельно допустимое значение коэффициента составляет 8% .

7. Harmonic voltages in relation to the declared voltage (коэффициенты n -ой гармонической составляющей напряжения).

Допустимые значения для коэффициентов гармоник высоких порядков при увеличении напряжения сети в EN50160 не изменяются (в относительных единицах), а в ГОСТ 13109-97 — уменьшаются в 1,5-2 раза по сравнению с соответствующими допустимыми значениями для сетей низкого напряжения.

Выводы. 1. Проведенный анализ показал, что требования межгосударственного (стран СНГ) стандарта ГОСТ 13109-97 об обязательности соблюдения установленных им норм качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения противоречат украинскому законодательству и не соответствуют европейским требованиям. В настоящее время в странах Евросоюза действуют как национальные регламенты, устанавливающие обязательные для этих государств нормы качества электрической энергии, так и национальные издания международного европейского стандарта на качество напряжения для сетей напряжением до 35 кВ EN50160, нормы которого могут добровольно соблюдаться поставщиками электроэнергии при заключении договоров с потребителями.

2. ГОСТ 13109-97 по структуре и содержанию значительно отличается от европейских стандартов и предполагает выполнение функций, которые в европейских странах выполняются 9 различными нормативными документами, а именно, стандартом EN50160, определяющим параметры качества напряжения и нормы этих параметров; регламентом по качеству напряжения, устанавливающим обязательные внутри государства нормы качества напряжения; стандартами EN 61000-4-30, EN

61000-4-15, EN 61000-4-7, устанавливающими методику измерения показателей качества напряжения; стандартами EN 61000-2-2 и EN 61000-2-12, устанавливающими уровни электромагнитной совместимости; стандартами EN 61000-6-1 и EN 61000-6-2, устанавливающими обязательные уровни помехоустойчивости.

3. Основные показатели качества электроэнергии, для которых величины определяются в виде четко выраженных значений, в EN50160 и ГОСТ 13109-97 определяются практически одинаково. В ряде случаев значения норм качества электроэнергии из ГОСТ 13109-97 значительно жестче, чем нормы качества напряжения из EN50160, в частности, это относится к допустимому отклонению напряжения, значениям коэффициентов искажения кривой и гармоник высоких порядков напряжения для сетей 6 — 35 кВ, предельно допустимому значению длительности провала напряжения.

4. Существуют различия в методике измерения показателей качества напряжения согласно ГОСТ 13109-97 и EN50160, в частности, это относится к длительности минимальных интервалов времени измерения показателей качества электроэнергии и интервалов усреднения результатов измерения, а также к ширине прямоугольного измерительного окна, используемого для дискретного преобразования Фурье при измерениях коэффициентов искажения синусоидальности кривой напряжения. Применение импортных приборов, использующих автоматическую обработку результатов измерения показателей качества электроэнергии в соответствии со стандартом EN50160, для измерения отдельных показателей качества электроэнергии в соответствии с методикой ГОСТ 13109-97 может привести к недостоверным результатам.

5. Таким образом, действующий в Украине стандарт на качество электроэнергии ГОСТ 13109-97 требует существенной переработки. Кроме этого, для решения проблемы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения необходимо создать в Украине в соответствии с европейскими требованиями полную систему нормативных документов, включающую в себя Директивы, технические регламенты и десятки стандартов по качеству электроэнергии и электромагнитной совместимости.

1. *Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего*

назначения. РД 153-34.0-15.501-00. Министерство энергетики Российской Федерации. — 2000.

2. *ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.* — Введ. в Украине 01.01. 2000. — (Межгосударственный стандарт).

3. *Жаркин А.Ф., Палачев С.А. и др. Нормативно-правовое регулирование вопросов качества электроэнергии в Украине и странах Евросоюза // Техн. электродинамика. Тем. вып. "Силовая электроника та енергоефективність".* — 2007. — Ч. 1. — С. 74 — 77.

4. *Directive 2003/54/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 96/92/EC.*

5. *European Committee for Electrotechnical Standardization. Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems. EN 50160: 2000.*

6. *European Committee for Electrotechnical Standardization. Electromagnetic compatibility (EMC). Environment. Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signaling in public low-voltage power supply systems. EN 61000-2-2: 2002.*

7. *European Committee for Electrotechnical Standardization. Electromagnetic compatibility (EMC). Environment. Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signaling in public medium-voltage power supply systems. EN 61000-2-12: 2003.*

8. *European Committee for Electrotechnical Standardization. Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Immunity for residential, commercial and light-industrial environments. EN 61000-6-1: 2001.*

9. *European Committee for Electrotechnical Standardization. Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Immunity standard for industrial environments. EN 61000-6-2: 2001.*

10. *European Committee for Electrotechnical Standardization. Electromagnetic compatibility (EMC). Testing and measurement techniques. Power quality measurement methods. EN 61000-4-30: 2003.*

11. *European Committee for Electrotechnical Standardization. Electromagnetic compatibility (EMC). General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto. EN 61000-4-7: 2002.*

12. *European Committee for Electrotechnical Standardization. Electromagnetic compatibility (EMC). Testing and measurement techniques. Flicker meter. Functional and design specifications. Basic EMC publication. EN 61000-4-15: 1998.*

Надійшла 17.08.07