

## КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

### Комментарий к новому стандарту на качество электрической энергии ГОСТ Р 54149–2010 и сопровождающим его стандартам\*

Вагин Г. Я., доктор техн. наук

Нижегородский государственный технический университет

Выполнены анализ нового стандарта на качество электрической энергии и сравнение его со стандартом Евросоюза EN 50160–2010. Установлено несоответствие норм по показателю качества электроэнергии в этих стандартах, что может создать невыгодные для России условия импорта и экспорта электрооборудования и электроэнергии и не отвечает требованиям ВТО. Даны рекомендации по переработке нового стандарта.

**Ключевые слова:** электромагнитная совместимость, качество электрической энергии, стандарты, нормативные документы.

С 1.01.2013 г. в России взамен ГОСТ 13109–97 вводится новый стандарт — ГОСТ Р 54149–2010 “Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения”. В связи с вступлением России в ВТО все его требования должны соответствовать требованиям международных стандартов.

В предисловии к новому стандарту указано, что в нем учтены основные нормативные положения европейского стандарта EN 50160–2010 [1]. Однако анализ показывает, что структура этих стандартов одинаковая, а нормы по отдельным показателям качества электроэнергии (ПКЭ) значительно отличаются. Это обусловлено тем, что в новом ГОСТ оставлена часть прежних показателей из ГОСТ 13109–97, которые неоднократно критиковались в печати [2–5]. Естественно, что все указанное приведет к большому количеству арбитражных споров между сетевыми организациями и потребителями электроэнергии (особенно, если среди последних окажутся иностранные собственники), кроме того, возникнут сложности с импортом и экспортом электрооборудования и электроэнергии.

Рассмотрим эти показатели:

**Отклонение частоты.** Согласно новому ГОСТ Р 54149–2010 в синхронизированных системах они не должны превышать  $\pm 0,2$  Гц в течение 95 % времени интервала измерения частоты в одну неделю и  $\pm 0,4$  Гц в течение 100 % времени измерения в одну неделю, а в

изолированных системах отклонения должны быть не более  $\pm 1$  Гц в течение 95 % времени интервала в одну неделю и  $\pm 5$  Гц в течение 100 % времени. В стандарте же EN50160 установлено, что в синхронизированных системах отклонения частоты не должны превышать  $\pm 0,5$  Гц в течение 95 % времени и должны находиться в диапазоне от +2 Гц до –3 Гц в течение 100 % времени, а в изолированных системах должны быть не более  $\pm 1$  Гц в течение 95 % времени и  $\pm 7,5$  Гц в течение 100 % времени.

Ужесточение требований к отклонению частоты в отечественном стандарте по сравнению с европейским не обосновано ни теоретически, ни экспериментально. Это делает невозможным широкое применение предусмотренных в “Энергетической стратегии России до 2030 г.” когенерационных установок и установок распределенной генерации, так как они не смогут нормально работать при столь жестких требованиях к отклонению частоты в синхронизированных системах. Кроме того, возникнут сложности при импорте электроэнергии в страны Евросоюза.

Исследования по влиянию отклонений частоты на различные электроприемники [6–8] показывают, что ущербы от отклонений частоты в пределах  $\pm 2$  % от номинальной частоты 50 Гц минимальны и ими можно пренебречь. Авторы же нового стандарта, очевидно, не учитывая этого, установили норму в синхронизированных системах, которая была принята еще в ГОСТ 13109–87, а затем — и в ГОСТ 13109–97.

\* В порядке обсуждения. *Ред.*

Таблица 1

Нечетные гармоники				Четные гармоники	
некратные 3		кратные 3		Номер гармоники $n$	$U_n, \%$
Номер гармоники $n$	$U_n, \%$	Номер гармоники $n$	$U_n, \%$		
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6 – 24	0,5
13	3	21	0,5	–	–
17	2	–	–	–	–
19 – 25	1,5	–	–	–	–

**Медленные изменения напряжения.** В новом ГОСТ они допускаются в пределах  $\pm 10 \%$  от  $U_{\text{НОМ}}$  (или согласно договорным условиям) в течение 100 % времени интервала измерения в одну неделю, а в стандарте EN 50106 — в пределах  $\pm 10 \%$  от  $U_{\text{НОМ}}$  в течение 95 % времени в неделю, т. е. в новом стандарте требования к этому ПКЭ ужесточены по сравнению с требованиями европейского стандарта.

**Доза фликера.** В новом стандарте нормируется кратковременная доза фликера  $P_{st} \leq 1,38$ , а также длительная доза фликера  $P_{lt} \leq 1,0$  в течение 100 % времени интервала измерения в неделю, в то время как в стандарте EN 50106 — только длительная доза фликера  $P_{lt} \leq 1,0$  в течение 95 % времени измерения в неделю (нормирование кратковременной дозы фликера в ГОСТ 13109–97 было вызвано массовым применением ламп накаливания при высоких уровнях освещенности).

Ужесточение нормируемой дозы фликера в России по сравнению с установленной в европейском стандарте также ничем не обосновано, но приведет к увеличению затрат на средства снижения колебаний напряжения.

**Несинусоидальность напряжения.** В стандарте EN 50106 нормируются:

значения гармонических составляющих напряжения  $U_n$  до 40-го порядка (в % от первой гармоники) — см. табл. 1;

значения полного коэффициента гармоник напряжения до 40-го порядка  $K_{U(n)}, \%$ .

Значения  $U_n$  в течение 95 % времени измерения в неделю не должны превышать указанных в табл. 1 значений для сетей напряжением от 0,23 до 35 кВ, значения  $K_{U(n)}$  для этих же сетей в течение 95 % времени

измерения в неделю должны быть не более 8 %.

В ГОСТ Р 54149–2010 также нормируются значения  $U_n$  и  $K_{U(n)}$  до 40-го порядка (в % от первой гармоники) — см. табл. 2–4. Результаты сравнения норм нового ГОСТ и EN 50106 по несинусоидальности напряжения свидетельствуют о том, что в стандарте Евросоюза приняты единые значения  $U_n$  и  $K_{U(n)}$  для сетей как низкого, так и среднего напряжения (от 0,23 до 35 кВ). В новом российском ГОСТ нормы для сетей среднего напряжения жестче, причем нигде это не обосновывается — нормы целиком взяты из ГОСТ 13109–97.

Подходы к нормированию  $U_n$  и  $K_{U(n)}$ , принятые в EN 50106, более обоснованны. Это объясняется следующим. Наибольший ущерб от высших гармоник (в системах управления, защиты, измерения, в электронной технике, на электроприемниках и т. д.) наблюдается в сетях низкого напряжения. Поэтому требования к  $U_n$  и  $K_{U(n)}$  в них должны быть довольно жесткими. В сетях среднего напряжения (6, 10, 35 кВ) несинусоидальность напряжения в основном влияет на электроприемники, которых там относительно мало. Поэтому ужесточать требования к  $U_n$  и  $K_{U(n)}$  в этих сетях не нужно. В сетях высокого напряжения (110 кВ и выше) ужесточение требований к  $U_n$  и  $K_{U(n)}$  необходимо, так как они являются системообразующими с весьма чувствительной релейной защитой и автоматикой.

Аналогичные с европейским подходы к нормированию  $U_n$  и  $K_{U(n)}$  приняты в США. Так, в стандарте IEEE 519 [9] их значения одинаковы для напряжения от 0,23 до 69 кВ.

Таким образом, по всем основным ПКЭ новый стандарт не соответствует европейско-

му стандарту EN 50106. Ссылки составителей нового стандарта на то, что в нем учтены специфика российской электроэнергетики и замечания по ГОСТ 13109–97, неубедительны.

Специфика российской электроэнергетики в области повышения качества электрической энергии заключается в том, что в стране нет ни одного законодательного документа по электромагнитной совместимости. Это привело в последние годы к свертыванию работ по контролю качества электроэнергии как в промышленности, так и в других отраслях нашей экономики. Приборов для контроля ПКЭ выпускается недостаточно, а некоторые из них в России вообще не производятся.

В соответствии со статьей 9 закона “О техническом регулировании” общий технический регламент “Об электромагнитной совместимости” должны были принять до 01.01.2010 г. Однако этого до сих пор не произошло.

Свертыванию работ по контролю качества электроэнергии способствует также обилие стандартов по электромагнитной совместимости и качеству электроэнергии (около 40), которые ввел Росстандарт в период с 2001 по 2012 г. Некоторые из них дублируют друг друга, а другие не согласуются между собой, но пояснений, где и когда их надо применять, Росстандарт не дает.

Почему-то меняется рубрикация стандартов. В Евросоюзе стандарты по электромагнитной совместимости имеют единую рубрику MЭК 61000:

- 1) основы (общие вопросы, определения, терминология);
- 2) электромагнитная обстановка;
- 3) нормы на допустимые уровни генерации электромагнитных помех электроприемниками и их помехозащищенность;
- 4) методы испытаний и измерений;
- 5) руководства по установке и помехоподавлению;
- 6) общие стандарты.

В России выпущены стандарты со следующей рубрикой: ГОСТ Р 51317, ГОСТ Р 54149, ГОСТ Р 53333, ГОСТ Р 51318, ГОСТ Р 8.655, ГОСТ Р 8.656, ГОСТ Р 8.689 и ряд других. Это создает неразбериху с их областью применения.

Особенно неблагоприятная обстановка сложилась в области нормативной базы по контролю, анализу и средствам измерения качества электроэнергии [10]. До 2010 г. контроль качества электроэнергии проводился по схеме на рис. 1. Начиная с 1 января 2010 г., в связи с принятием ряда новых стандартов

Таблица 2

Номер гармоники $n$	Значения $U_n$ , % от $U_1$			
	0,38 кВ	6 – 20 кВ	35 кВ	110 – 220 кВ
Нечетные некрatные 3				
5	6	4	3	1,5
7	5	3	2,5	1
11	3,5	2	2	1
13	3,0	2	1,5	0,7
17	2,0	1,5	1	0,5
19	1,5	1	1	0,4
23 – 25	1,5	1	1	0,4
Четные				
2	2	1,5	1	0,5
4	1	0,7	0,5	0,3
6	0,5	0,3	0,3	0,2
8	0,5	0,3	0,3	0,2
10	0,5	0,3	0,3	0,2
12	0,2	0,2	0,2	0,2

Таблица 3

Номер гармоники $n$	Значения $U_n$ , % от $U_1$		
	0,38 кВ	6 – 35 кВ	110 – 220 кВ
Нечетные кратные 3			
3	5	3	1,5
9	1,5	1	0,4
15	0,3	0,3	0,2
21	0,2	0,2	0,2
> 21	0,2	0,2	0,2

Таблица 4

Значения $K_{U(n)}$ , в % при напряжениях			
0,38 кВ	6 – 20 кВ	35 кВ	110 – 220 кВ
8,0 <sup>1</sup>	5,0 <sup>1</sup>	4,0 <sup>1</sup>	2,0 <sup>1</sup>
12,0 <sup>2</sup>	8,0 <sup>2</sup>	6,0 <sup>2</sup>	3,0 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> При 95 % интервала измерения в неделю.

<sup>2</sup> При 100 % интервала измерения в неделю.



Рис. 1

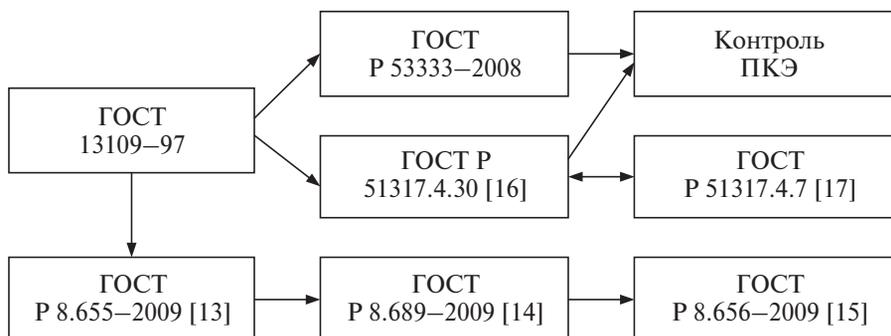


Рис. 2

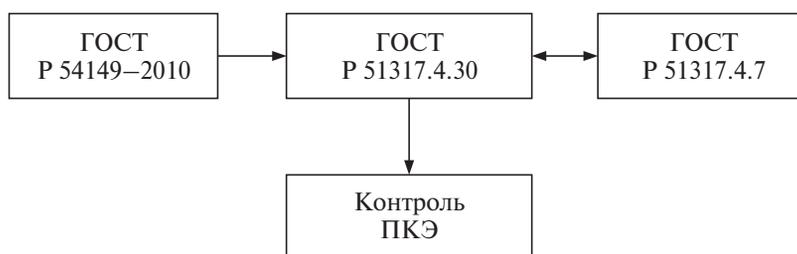


Рис. 3

его можно осуществлять по одной из ветвей схемы на рис. 2. [10]. В этих ветвях предъявляются разные требования как к методикам измерения, так и к применяемым приборам, поэтому возникают различные оценки качества электроэнергии.

С введением стандарта ГОСТ Р 54149–2010 контроль ПКЭ должен выполняться по схеме на рис. 3. Остальные стандарты из схемы на рис. 2 должны быть отменены, так как они не согласуются с ГОСТ Р 54149, ГОСТ Р 51317.4.30 и ГОСТ Р 51317.4.7. Применение ГОСТ Р 51317.4.30 требует разработки новых приборов для контроля ПКЭ, а для этого необходим некоторый переходный период. Кроме того, в указанном стандарте предусматривается учет интергармоник, но нормы по интергармоникам в новом ГОСТ Р 54149–2010 не приводятся, в новом ГОСТ нет и четких рекомендаций по нормам качества электроэнергии в электрических сетях, находящихся в собственности потребителей электрической энергии, указано только, что они должны соответствовать нормам данного стандарта. Однако действуют стандарты, где эти нормы отличаются от норм ГОСТ Р 54149–2010. Для систем электроснабжения

промышленных предприятий это ГОСТ Р 51317.2.4 [18], для общественных систем электроснабжения — стандарт МЭК 61000.2.2 [19] и ряд других.

### Выводы

1. Новый стандарт ГОСТ Р 54149–2010 “Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения” нуждается в переработке, поскольку не соответствует требованиям ВТО о необходимости гармонизации стандартов, в нем заложены устаревшие нормы по всем основным ПКЭ, которые неоднократно критиковались в печати. Его принятие поставит под сомнение выполнение принятых Правительством РФ планов по выводу нашей экономики на ведущие позиции и создаст невыгодные для страны условия импорта и экспорта электрооборудования и электроэнергии. Переработанный стандарт должен содержать нормы ПКЭ, полностью взятые из стандарта EN 50160–2010. Основные положения переработанного стандарта обязательно надо опубликовать.

2. Федеральному агентству по техническому регулированию, ЗАО НИЦ “САМТЭС” и

техническому комитету по стандартизации “Электромагнитная совместимость технических средств” (ТК 30) необходимо провести ревизию принятых за период с 2000 по 2012 г. стандартов по электромагнитной совместимости и качеству электрической энергии и отменить стандарты, которые утрачивают силу в связи с выходом новых стандартов по качеству электроэнергии (ГОСТ Р 54149, ГОСТ Р 51317.4.30 и ГОСТ Р 51317.4.7).

3. Техническому комитету ТК 30 следует опубликовать информацию об области применения различных стандартов по ЭМС и качеству электроэнергии.

### Список литературы

1. EN 50160–2010. Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks.
2. Вагин Г. Я. О необходимости приведения нормативных документов по электромагнитной совместимости электроприемников промышленных предприятий к требованиям международных стандартов. — Промышленная электроэнергетика и электротехника, 2003, № 3.
3. Вагин Г. Я., Севостьянов А. А. О необходимости приведения норм ГОСТ 13109–97 “Нормы качества электроэнергии” к требованиям международных стандартов. — Промышленная энергетика, 2004, № 9.
4. Вагин Г. Я., Севостьянов А. А. О необходимости приведения нормативных документов по электромагнитной совместимости и качеству электроэнергии к требованиям международных стандартов. — Промышленная энергетика, 2010, № 11.
5. Шейко П. А., Железко Ю. С. Комментарии к ГОСТ 13109–97 “Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения” (Материалы науч.-техн. семинара). — М.: АО ВНИИЭ, 1999.
6. Влияние качества электроэнергетики на электро-технологические установки: Учеб. пособие / Под ред. Г. Я. Вагина. — М.: МЭИ, 1988.
7. Солнцев Е. Б. Разработка технико-экономических характеристик электроприемников и узлов нагрузки при отклонениях напряжения и частоты: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. Горький, ГПИ, 1986.
8. Электромагнитная совместимость электроприемников промышленных предприятий / А. К. Шидловский, Б. П. Борисов, Г. Я. Вагин и др. — Киев: Наукова думка, 1992.
9. IEEE recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems. — IEEE Std. 519–1992.
10. Романов К. К. Нормативная база в области контроля и анализа качества электрической энергии (Материалы IX науч.-техн. семинара “Контроль, анализ качества и учет электроэнергии”). — Пенза: НПО “Энерготехнологии”, 2010, апрель (www.entp.ru).
11. ГОСТ 13109–97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
12. ГОСТ Р 53333–2008. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
13. ГОСТ Р 8.655–2009. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Общие технические требования.
14. ГОСТ Р 8.689–2009. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Методы испытаний.
15. ГОСТ Р 8.656–2009. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Методы проверки.
16. ГОСТ Р 51317.4.30–2008. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерения показателей качества электрической энергии.
17. ГОСТ Р 51317.4.7–2008. Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств.
18. ГОСТ Р 51317.2.4–2000. Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитная обстановка. Уровни электромагнитной совместимости по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения промышленных предприятий.
19. Стандарт МЭК 61000.2.2–2000. Совместимость технических средств электромагнитная. Уровни электромагнитной совместимости для общественных низковольтных систем электроснабжения.

S.yurtaev@nice-nn.ru

### От редакции

Редакция присоединяется к мнению Г. Я. Вагина, крупнейшего специалиста в области электроснабжения промышленных предприятий. Ужесточение требований к отклонению частоты, медленным изменениям напряжения, дозе фликера и несинусоидальности напряжения в новом стандарте является необоснованным. Все основные ПКЭ в нем не соответствуют европейскому стандарту EN 50160–2010. К тому же около 40 стандартов, выпущенных с 2001 по 2012 г., дублируют друг друга и не согласуются между собой. Отсутствуют четкие рекомендации по нормам качества электроэнергии в электросетях, находящихся в собственности потребителей.