



КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

О новом стандарте на качество электрической энергии*

Коверникова Л. И., канд. техн. наук

Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, Иркутск

Представлены результаты анализа нового стандарта на качество электрической энергии ГОСТ Р 54149–2010. Рассмотрены имеющиеся в нем неточности и ошибки. Сделан вывод о необходимости переработки стандарта в соответствии с назначением нормативного документа.

Ключевые слова: качество электрической энергии, стандарты.

В [1] затронута актуальная проблема, касающаяся нового стандарта на качество электрической энергии [2], разработанного “в рамках Программы национальной стандартизации 2009 года, утвержденной Федеральным агентством по техническому регулированию, предусматривающей пересмотр ГОСТ 13109–97” [3]. Как следует из [3], этот документ основан на европейском стандарте EN 50160 [4] (что соответствует Федеральному закону “О техническом регулировании” [5]), однако не является его эквивалентом.

Российский и европейский стандарты утверждены в 2010 г. Над европейским стандартом, начиная с 2006 г., активно работали Совет европейских регуляторов энергетики (Council of European Energy Regulators — CEER) и Европейский комитет по стандартизации в электротехнике (European Committee for Electrotechnical Standardization — CENELEC) с привлечением специалистов по электроэнергетике, производителей оборудования, профессиональных экспертов, потребителей, ученых [6, 7]. В 2007 г. в результате многочисленных консультаций, семинаров, заседаний CEER и CENELEC был подготовлен документ [8], в котором предлагалось переработать материалы по ряду принципиальных вопросов, в частности, во избежание двусмысленностей уточнить определения некоторых понятий, поскольку “обоснованные и единообразные определения являются важными с точки зрения свободного рынка” [6]. После этого были сформированы 4 рабочие группы, состоящие из представителей электрических компаний, производителей оборудования, ре-

гуляторов, университетов, независимых исследовательских институтов, которые в течение 14 мес. работали над текстом новой редакции стандарта EN 50160.

Российский стандарт разработан обществом с ограниченной ответственностью “ЛИНВИТ” и Техническим комитетом по стандартизации ТК 30 [2] с целью учета рыночных отношений в электроэнергетике, рекомендаций и положений международных и новых российских стандартов, а также сближения структуры и положений российского стандарта с европейским [3]. Казалось бы, авторы нового стандарта этого достигли, но многое из того, что было достаточно хорошо отражено в предыдущем стандарте [9], в новом представлено явно хуже.

О нормативных значениях показателей качества электрической энергии

Что касается замечаний автора [1] по поводу нормативных значений показателей, необходимо отметить следующее: европейцы не считают принятые в их стандарте [4] нормы безусловными для установления в национальных стандартах стран Евросоюза. Так, в [7] указывается, что EN 50160 может служить основой для их улучшения. Там же отмечается, что в девяти странах Евросоюза (в том числе в Италии, Португалии, Нидерландах, Норвегии) нормы по отклонению напряжения отличаются от норм данного стандарта, а во Франции допускается возможность использования договорных норм. В [8] членам Евросоюза предлагается после ревизии EN 50160 оставить нормы, установленные в национальных стандартах, если “национальные нормы для потребителей лучше, чем нормы, уста-

* В порядке обсуждения. *Ред.*

новленные в пересмотренном стандарте”. Следует также сослаться на автора статьи [10], посвященной разработанному в Советском Союзе (первому в мировой практике) стандарту на качество электрической энергии: “Нормирование показателей качества электрической энергии — это крупная научно-техническая проблема. ... Решение этой проблемы в целом связано с большими трудностями. Практически оно может быть выполнено только путем последовательных приближений, т. е. постепенного уточнения допустимых пределов для всех показателей. ...Оптимальным можно считать такое решение, которое приводит к наибольшей экономичности в общегосударственном масштабе”.

Далее рассмотрим содержание и качество текста нового стандарта.

Об определении понятия “качество электрической энергии” и названии нового стандарта

В новом стандарте, как и в [11], под качеством электрической энергии понимается “степень соответствия характеристик электрической энергии в данной точке электрической системы совокупности нормированных показателей КЭ”. Слово “данной” в новом стандарте вызывает непонимание, поскольку он устанавливает показатели и нормы конкретно для точек передачи электрической энергии пользователям электрических сетей.

Известно, что электрическая энергия — это произведение активной мощности на время. В общем случае электрическая энергия

$$W = \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt.$$

Если быть абсолютно точными, то, говоря о качестве электрической энергии, нужно иметь в виду параметр W с единицей измерения Вт·ч. В стандартах, посвященных качеству электрической энергии, речь идет о качестве напряжения, т. е. под качеством электрической энергии понимается качество напряжения. Отсюда следует, что логичнее и точнее было бы ввести понятие “качество напряжения” или “качество напряжения электрической энергии”. Последнее понятие можно сформулировать, например, как “степень соответствия параметров напряжения электрической энергии установленным требованиям”. Это было бы правильно по существу содержания стандарта. Примером может

служить европейский стандарт [4], к которому разработчики нового стандарта пытались приблизиться. Начиная с первого стандарта, в нашей стране использовался термин “качество электрической энергии”, но с тех пор произошло много изменений, получены новые знания в данной области. Поэтому логично в определение понятия “качество электрической энергии” и в название стандарта внести уточняющие изменения, тем более, что другим стал и номер стандарта. По моему мнению, разработчики также неудачно перевели на русский язык название европейского стандарта (стр. II в [2]). Слово “public” переведено как общественный, т. е. от слова “общество”, а не “общего назначения” — от слов “общедоступный” или “общий”. В названиях на английском языке нового стандарта и прежних российских стандартов также употребляется слово “public”, но переводится оно как “общего назначения”, т. е. в смысле “общедоступный”.

К тексту стандарта есть много вопросов и замечаний. В отличие от европейского он содержит неточности и двусмысленности, некоторые абзацы вообще нужно домысливать. Например, на стр. I второй абзац снизу, начинающийся со слов “Настоящий стандарт...”, содержит предложение: “В результате возникают случайные изменения характеристик напряжения во времени *в любой отдельной точке передачи электрической энергии* пользователю электрической сети, а также случайные отклонения характеристик напряжения *в различных точках передачи электрической энергии* в конкретный момент времени”**. Данное предложение приходится домысливать. В тексте также много таких выражений, как “главным образом”, “в основном”, “как правило”, “в значительной степени”, “обычно”, которые придают ему оттенок неопределенности, необязательности. Этого не должно быть в документе.

О терминах и определениях в новом стандарте

В п. 3.1 содержатся не все определения используемых в тексте характеристик напряжения, в то же время некоторые из приведенных явно лишние. Например, даны определения несимметрии напряжения, прерывания напряжения, провала напряжения, но отсутствуют определения несинусоидальности напряже-

** Здесь и далее выделено автором данной статьи.

ния, медленных изменений напряжения, отклонений частоты, колебаний напряжения.

В качестве примера рассмотрим определение перенапряжения: “Перенапряжение — временное возрастание напряжения в конкретной точке электрической системы выше установленного порогового значения”. Возникает вопрос: а что такое установленное пороговое значение? В п. 3.1.32 и 3.1.33 определены понятия *двух* пороговых значений: окончания и начала перенапряжения соответственно, хотя логичнее наоборот — сначала дать определение порогового значения его начала, а затем окончания. Смысл этих определений заключается в том, что оба пороговых значения — это среднеквадратичные значения напряжения. А п. 3.1 гласит: перенапряжение — это превышение *одного* установленного порогового значения. В п. А.2 в Приложении А указывается, что пороговое напряжение начала перенапряжения принимается равным 110 % опорного напряжения. Но что такое установленное пороговое значение, чему равно пороговое значение окончания перенапряжения и где используется это понятие в тексте нового стандарта? Четкое определение понятия “пороговое значение перенапряжения” дано в ГОСТ Р 51317.4.30—2008 [11] (который разработчики указали в качестве нормативной ссылки) как значение напряжения, устанавливаемого для определения начала и конца перенапряжения. Из него следует, что пороговые значения начала и конца перенапряжения *равны*. В п. 4.3.2.2. “Перенапряжения” [2] поясняется, что “перенапряжения рассматриваются как электромагнитная помеха, интенсивность которой определяется как напряжением, так и длительностью”. Во-первых, с какой целью упоминается об электромагнитной помехе, если на стр. 2 стандарта в первом предложении указано, что “нормы, установленные в настоящем стандарте, не рассматривают в качестве уровней электромагнитной совместимости для кондуктивных электромагнитных помех”? Перенапряжение в стандарте является характеристикой напряжения, отнесенной к категории случайных событий (стр. 5 и 10). Во-вторых, почему для характеристики перенапряжения введено понятие “интенсивность напряжения”? В [11] четко указывается, что перенапряжение характеризуется максимальным значением напряжения и длительностью.

В новом стандарте не дано определение понятия “колебания напряжения”, хотя п. 4.2.3 называется “Колебания напряжения и

фликер”. Помимо отмеченных выше в пункте “Термины, определения” содержится много других несоответствий и неточностей.

Об обозначениях в новом стандарте

В п. 3.2 почему-то приведены не все используемые в стандарте обозначения и их расшифровки. Например, обе дозы фликера P_{st} , P_{lt} , а также напряжения $U_{m(-)}$, $U_{m(+)}$, U_n там не указаны, как и обозначения, принятые в Приложениях. Нет в тексте пояснений для напряжений U_m и $U_m/2$. Буква “*n*” в п. 3.2 означает номер гармоники, а в Приложении Б — возможную точку присоединения к электрической сети. В п. 3.2 номинальное напряжение обозначено U_{nom} , а в Приложении Б — U_{n1} , U_{n2} , хотя должно быть U_{nom1} , U_{nom2} . Стандарт представляет собой единый документ и, по моему мнению, такая небрежность в нем недопустима.

О показателях и нормах качества электрической энергии

В п. 4.1 все “изменения характеристик напряжения” разработчики стандарта [2] разделили на две группы, как и в европейском стандарте. В первой группе (“продолжительные изменения характеристик напряжения”) они обусловлены “в основном изменениями нагрузки или влиянием нелинейных нагрузок”. Возникает вопрос: почему не указаны несимметричные нагрузки, вызывающие несимметрию напряжения, и резкопеременные нагрузки, обуславливающие колебания напряжения и фликер? Вторая группа (“случайные события”) названа неудачно. Ее следовало бы назвать по аналогии с названием первой группы — “случайные изменения характеристик напряжения”.

В предпоследнем предложении п. 4.1 указывается, что “применительно к продолжительным изменениям характеристик напряжения электропитания, относящихся к частоте, значениям, форме напряжения и симметрии напряжения в трехфазных системах, в настоящем стандарте установлены показатели и нормы КЭ”. А почему отсутствуют колебания напряжения, вызывающие фликер?

В п. 4.2.2 делается попытка пояснить причину медленных изменений напряжения: “Медленные изменения напряжения электропитания (как правило, продолжительностью более 1 мин) обусловлены обычно изменениями нагрузки электрической сети”. В данном предложении слова “как правило” и “обычно” вносят неопределенность.

Непонятно, почему в названии п. 4.2.3 присутствуют слова “Колебания напряжения”, как неясно из всего стандарта, что такое колебания напряжения вообще.

В п. 4.2.4 “Несинусоидальность напряжения” в последнем предложении первого абзаца указано: “Гармонические токи, полные сопротивления электрических сетей и, следовательно, напряжения в точках передачи электрической энергии изменяются во времени”. Дело в том, что если токи гармонические, то и напряжения тоже гармонические, т. е. слово “гармонические” должно относиться и к напряжению. Но в таком случае получается, что оно относится и к полным сопротивлениям электрической сети. Однако известно, что понятие “гармонический” означает изменяющийся по синусоидальному или косинусоидальному закону и к полным сопротивлениям электрических сетей не имеет никакого отношения. Кроме того, в рассматриваемом пункте не приведены выражения для вычисления показателей $K_{U(n)}$ и K_U . Во втором абзаце п. 4.2.4.1 написано: “Показателями КЭ, относящимися к гармоническим составляющим напряжения, являются значения коэффициентов гармонических составляющих напряжения до 40-го порядка $K_{U(n)}$ в процентах напряжения основной гармонической составляющей U_1 ”. Отсюда следует, что $K_{U(n)}$ измеряется в % U_1 , но единица измерения коэффициента $K_{U(n)} = 100 U_n / U_1$, как и в предыдущем стандарте [9], — проценты. Если бы написали, что показателем является напряжение гармонических составляющих в процентах напряжения U_1 , то это указание было бы правильным. Поскольку выражения для вычислений показателей не приведены, непонятно также появление во втором абзаце снизу на стр. 7 напряжения гармонической составляющей U_n . Вопросы и замечания по основному тексту можно продолжать, но ограничимся приведенными примерами.

Что касается Приложения А, в нем (стр. 11) указывается: “пороговое напряжение начала провала и прерывания принимают равным 90 % опорного напряжения”. Из этого следует, что провал и прерывание наступают одновременно при снижении напряжения ниже 90 % опорного напряжения. Однако на стр. 4 нового стандарта значится, что прерывание — это “ситуация, при которой напряжение в точке передачи электриче-

ской энергии меньше 5 % опорного напряжения”.

В табл. А.1 приведены явно ошибочные диапазоны длительностей провалов напряжения. На стр. 5 указывается, что для случайных событий в стандарте приведены справочные данные. Действительно, данные там есть, но не для точек передачи электрической энергии, а для точек общего присоединения, и это необходимо прокомментировать.

Приведенные примеры неточностей и ошибок в новом стандарте ГОСТ Р 54149—2010 свидетельствуют о том, что он не является эталоном, к которому следует стремиться при обеспечении требуемого качества электрической энергии. Но поскольку он представляет собой нормативный документ, принимаемый на длительный период, его нужно откорректировать с учетом замечаний специалистов.

Список литературы

1. Вагин Г. Я. Комментарий к новому стандарту на качество электрической энергии ГОСТ Р 54149—2010 и сопровождающим его стандартам. — Промышленная энергетика, 2013, № 1.
2. ГОСТ Р 54149—2010. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. — М.: Стандартинформ, 2012.
3. Никифоров В. В. Новый стандарт по качеству электрической энергии. Основные положения и отличия от ГОСТ 13109—97. — Новости электротехники, 2011, № 3(69).
4. EN 50160:2010. Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks.
5. Федеральный закон “О техническом регулировании” № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 года (URL: <http://www.gost.ru/wps/portal/>).
6. Masetti C. Revision of European standard EN 50160 on power quality: reasons and solutions. Proceedings of 14-th International conference on harmonics and quality of power. Bergamo, Italy, 2010.
7. 5-th CEER benchmarking report on the quality of electricity supply. 2011 (URL: <http://www.energy-regulators.eu>).
8. Towards voltage quality regulation in Europe — An ERGEG conclusions paper. 18 July 2007 (URL: <http://www.energy-regulators.eu>).
9. ГОСТ 13109—97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
10. Мельников Н. А. К вопросу о качестве электроэнергии. — Электричество, 1968, № 5.
11. ГОСТ Р 51317.4.30—2008 (МЭК 61000-4-30:2008). Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии.