

УЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ПОТРЕБЛЕННОЙ В РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНАХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Н. А. Мазаев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. Г. Широков

Электричество – самый универсальный и удобный вид энергии. Оно так прочно вошло в наш быт и производство, что даже кратковременное его отсутствие вызывает массу неудобств.

По разным причинам электроэнергия (ЭЭ) не рассматривалась как товар, имеющий соответствующее качество, определяемое совокупностью его характеристик, а также обладающее спецификой и особенностями, заключающимися в его одновременном производстве и потреблении.

Традиционный товар можно посмотреть, оценить его качество и цену, выбрать производителя и т. д. В отношении электрической энергии должно быть аналогично. Тенденции к такому подходу заложены в разработанной не так давно Концепции проекта Закона Республики Беларусь об электроэнергетике, предусматривающей формирование оптового и розничного электроэнергетических рынков в целях конкуренции субъектов электроэнергетики (производителей и энергоснабжающих организаций). Постановлением Совета министров от 17.10.2011 г. № 1394 приняты Правила электроснабжения, в которых электрическая энергия определена как товар, упорядочены отношения между энергоснабжающей организацией и потребителем электроэнергии.

Также с 1 января 2012 г. в Республике Беларусь начали действовать новые «Правила электроснабжения», которые теперь могут защитить права потребителя электроэнергии в случае получения им некачественной электроэнергии со стороны энергоснабжающей компании. Согласно этому закону – весь ущерб, причиненный стороне потерпевшего, возмещается виновной стороной.

Сейчас можно сказать, что, несмотря на высокую значимость электроэнергии, вопросам ее качества у нас в стране должного внимания не уделяется. Сложность и актуальность вопроса обусловлена тем, что эта проблема напрямую затрагивает взаимоотношения потребителя и продавца электроэнергии. Причем если при покупке товара претензии к его качеству может предъявить покупатель, то в нашем случае все может быть и наоборот: виновником плохого качества электроэнергии может оказаться и потребитель. «Правила электроснабжения» устанавливают порядок взаимоотношений между потребителем и энергоснабжающей организацией, в том числе по таким вопросам, как условия снабжения и пользования электрической энергией. В Правилах она имеет статус товара соответствующего качества, которое определяется показателями качества электроэнергии (ПКЭ), отражающими соответствие ее параметров требованиям, установленным действующими ТНПА.

Для определения размера скидок и надбавок к тарифу на ЭЭ необходимо определять количество электроэнергии, потребленной в различных диапазонах значений показателей качества электроэнергии. Для этого необходимо иметь счетчики электроэнергии, фиксирующие ее потребление в различных диапазонах ПКЭ. При отсутствии таких счетчиков электроэнергии можно использовать приближенные методы измерения.

В рассматриваемом методе потребление электроэнергии можно считать пропорциональным току нагрузки. Это позволит выполнить расчет с достаточной для оценки точностью.

Таким образом, для данного метода достаточно иметь двухмерную гистограмму двух величин – тока нагрузки и рассматриваемого ПКЭ.

		Суммы по столбцам						
		0	17	22	24	28		
Диапазоны значений ПКЭ, %	4-5	3	1	11	4	5	24	22.7
	3-4	2	12	1	5	6	32	28.4
	2-3	1	1	2	7	8	19	23.0
	1-2	2	2	3	3	5	15	15.1
	0-1	1	1	2	2	4	10	10.8
			0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	

Диапазоны значений нагрузки, А

Рис. 1. Определение количества электроэнергии пониженного качества

Данную гистограмму можно получить при помощи прибора 43401. В каждой ячейке гистограммы приведена относительная длительность нахождения нагрузки в k -м интервале ее значений ($k = 1, 2, \dots, 5$) во время нахождения ПКЭ в j -м интервале его значений ($j = 1, 2, \dots, 5$). Из гистограммы следует что в диапазоне значений ПКЭ от 4 до 5 % нагрузка находилась 24 % времени, в диапазоне от 3 до 4 % – 32 % времени и т. д. (столбец «Сумма по сторонам»).

Доля энергии, % потребления, в j -м диапазоне ПКЭ определяется по формуле

$$d_j = \frac{\sum_{k=1}^i (t_{jk} I_k)}{\sum_{k=1}^i (t_{k\Sigma} I_k)} 100,$$

где t_{jk} – относительное время нахождения нагрузки в k -м диапазоне во время нахождения ПКЭ в j -м диапазоне; $t_{k\Sigma}$ – суммарное время нахождения нагрузки в k -м диапазоне при любом значении ПКЭ (сумма по столбцу k); I_k – среднее значение нагрузки в k -м диапазоне; l – число диапазонов нагрузки.

$$d_j = \frac{(3 \cdot 0,5 + 1 \cdot 1,5 + 11 \cdot 2,5 + 4 \cdot 3,5 + 5 \cdot 4,5)}{(9 \cdot 0,5 + 17 \cdot 1,5 + 22 \cdot 2,5 + 24 \cdot 3,5 + 28 \cdot 4,5)} 100 = 22,7 \%$$

Если, например, допустимое значение ПКЭ на ГРБП будет установлено в 3 %, то с пониженным качеством будет потреблено: $22,7 + 28,4 = 51,1$ % энергии.

Используя данный метод, можно рассчитать количество некачественной энергии по всем ПКЭ, допустимые значения которых устанавливаются в договоре в виде одного значения.

Хочется отметить, что, изучая последние документы и проекты, которые будут официально введены в странах СНГ в ближайшее время, вопросу учета количества электроэнергии, потребленной в различных диапазонах значений показателей качества электроэнергии, практически не было уделено внимания. В данных документах разрабатываются лишь более точные методики оценки ПКЭ, более совершенные методы измерения и определения источника искажений ПКЭ. Это говорит о том, что данное направление весьма мало изучено и мало исследовано. А ведь это непосредственно связано с точной оценкой «некачественной электроэнергии».

Стоит только вдуматься – за столь долгое время практически полностью изучены ПКЭ; разработаны целые комплексы, по их оценке; методики измерений... Но до сих пор мы не можем определить количество отпущенной некачественной электроэнергии. Данное направление напрямую связано с коммерческим учетом электроэнергии, и использование методов учета количества электроэнергии, потребленной в различных диапазонах значений показателей качества электроэнергии в совокупности с текущими методами, позволит сделать серьезный шаг вперед в нормировании и контроле качества электроэнергии.

Развитие сетей и внедрение новых электрических устройств только повышает актуальность проблем качества электроэнергии. Возрастающее количество нелинейной нагрузки, с одной стороны, ухудшает ПКЭ в сети, а применение чувствительных электронных устройств, с другой стороны, требует, чтобы эти показатели находились в жестко заданных пределах. Очевидно, что с развитием электроэнергетики актуальность нормирования и контроля параметров качества электроэнергии будет возрастать. Ключевыми моментами в вопросах КЭ являются законодательная база (построение отношений между энергоснабжающей организацией и потребителем) и наличие инженерных возможностей для выявления и устранения недопустимых отклонений ПКЭ.

Рассмотренный в этой работе метод является лишь одним из возможных путей расчета потребленной некачественной электроэнергии. Совершенствование и внедрение такого подхода позволит ускорить процесс развития нормирования и контроля параметров качества электроэнергии; совершенствование тарифов на ЭЭ и нормирование взаимоотношений потребителя и продавца электроэнергии.

Литература

1. Постановление Совета министров от 17.10.2011 г. № 1394.
2. Правилах электроснабжения Республики Беларусь.
3. Железко, Ю. С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии / Ю. С. Железко. – Энергоатомиздат, 1985.
4. Проект НТД ИКЭС «Методика контроля качества электрической энергии и определения источника нарушений (искажений) показателей качества». – 2017.