

**О.Г. ГРИБ**, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП»;  
**С.Ю. ШЕВЧЕНКО**, к-т техн. наук, доц., НТУ «ХП»;  
**Н.С. БЕЛОВ**, соискатель НТУ «ХП»;  
**Д.А. ГАПОН**, к-т техн. наук, доц., НТУ «ХП»;  
**Т.С. ИЕРУСАЛИМОВА**, ассистент, НТУ «ХП».

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ И КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

Проведено исследование автоматизированной системы контроля уровня перенапряжений и качества электрической энергии. В настоящее время актуальной проблемой является непрерывный контроль перенапряжений и качество электрической энергии. Это обусловлено тем, что при низком качестве электрической энергии срок службы ограничителей перенапряжения снижается. Постоянный мониторинг позволит прогнозировать выход из строя ограничителей перенапряжений. Решение проблемы оптимизации производства, снабжения и потребления электрической энергии возможно только при усовершенствовании системы учета. Целями внедрения автоматизированной системы учета электроэнергии являются переход к тарифам реального времени, получение достоверного баланса производства распределения и потребления электрической мощности или энергии, а также оценка показателей качества электрической энергии.

**Ключевые слова:** система, перенапряжение, контроль, качество, электроэнергия, ограничитель.

**Вступление.** Объективная необходимость создания АСКУЭ была очевидна и производителям и потребителям электрической энергии уже давно.

Исследования ученых советского времени в области энергетики, электротехники, электроники, метрологии и системотехники позволили создать и внедрить в производство микропроцессорные системы учета электрической энергии. Однако в силу разных причин, и прежде всего экономических, они не получили широкого распространения.

На сегодняшний день существует довольно много современных систем учёта, различных как по масштабам, составу оборудования, функциональным возможностям и по классу точности, так и по цене. Но для того, чтобы понять тенденции развития систем учета электроэнергии, рассмотрение следует начать с первых промышленных образцов АСКУЭ, произведенных в бывшем Союзе. К ним относятся ком -

© О. Г. Гриб, С. Ю. Шевченко, Н. С. Белов, Д. А. Гапон, Т. С. Иерусалимова, 2014.

плекс технических средств (КТС) ЦТ5000 и системы типа ИИСЭ.

**Анализ последних исследований и литературы.** АСКУЭ, устанавливаемые на энергообъектах для автоматизированного контроля и учета электроэнергии и мощности, в том числе с целью измерений активной и реактивной электроэнергии и мощности, относятся к измерительным системам, в общем случае представляющим собой совокупность функционально объединенных масштабных измерительных преобразователей (измерительные трансформаторы тока и напряжения), интегрирующих приборов (счетчики электроэнергии с импульсным и/или цифровым интерфейсом), концентраторов или устройств сбора данных (далее УСД), устройств сбора и передачи данных (далее УСПД), центральных вычислительных устройств и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого энергообъекта и соединенных между собой каналами и/или линиями связи.

**Цель статьи.** Является разработка автоматизированной системы контроля уровня перенапряжений и качества электрической энергии.

**Постановка проблемы.** В настоящее время актуальной проблемой является непрерывный контроль перенапряжений и качество электрической энергии. Это обусловлено тем, что при низком качестве электрической энергии срок службы ограничителей перенапряжения снижается. Постоянный мониторинг позволит прогнозировать выход из строя ограничителей перенапряжений.

**Материалы исследований.** Вид и значение напряжения на выводах варистора определяют характер тока, протекающего через него. Исходя из этого на рисунке 1 представлена структурная схема автоматизированной системы контроля перенапряжений с одновременным мониторингом качества электрической энергии. Такое построение позволяет осуществлять диагностик работы ограничителей перенапряжений от ровней перенапряжения и качества электрической энергии [2].

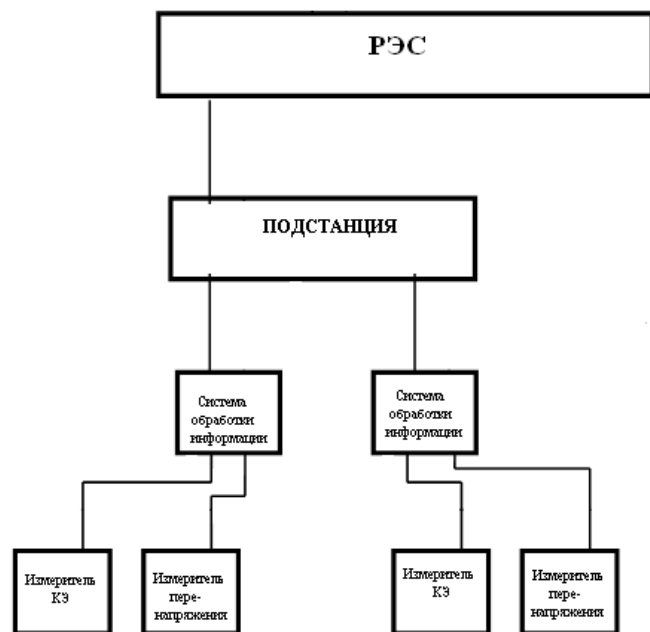


Рис. 1 - Структурная схема автоматизированной системы контроля уровня перенапряжений и качества электрической энергии

На рис. 1 представлена структурная схема двухуровневой автоматизированной системы, в которой первый уровень это подстанция, а второй это районные электрические сети, где на диспетчерское управление поступает информация с отдельных подстанций о состоянии работоспособности ограничителей перенапряжений. Кроме того, важным фактором эксплуатации является диагностика состояния ограничителей перенапряжения в функции качества электрической энергии. Такое построение позволяет снизить уровень аварийности а подстанциях связанных с выходом из строя ограничителей перенапряжений и тем самым защитить электрооборудование.

**Результаты исследований.** Анализ качества электрической энергии по различным отраслям промышленности, в которых на подстанциях используются ограничители перенапряжений приведены в табл. 1.

Представлены итоговые показатели соответствия ПКЭ требованиям исследуемых характерных потребителей.

Таблица 1 - Соответствие ПКЭ требованиям ГОСТ 13109-97[3] для исследуемых потребителей

№ п/п	Категория характерных потребителей	Количество точек контроля КЭ				
		Всего (N)	Без нарушения допустимых значений ПКЭ	КЭ соответствует нормам	КЭ не соответствует нормам (X)	Доля точек с неприемлемой КЭ (X/N·100), %
1	Металлургия	16	0	6	10	63
2	Машиностроение	5	0	3	2	40
3	Железная дорога	2	0	0	2	100
4	Химическая промышленность	6	0	1	5	83
5	Облэнерго	5	2	5	0	0
6	Генерация	4	0	2	2	50
7	Межгосударственный переток	3	0	3	0	0
	ВСЕГО	41	2	20	21	51

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что:

- для всех категорий зафиксированы нарушения;
- хуже качество на границе с железной дорогой;
- лучшее качество на границе с другими государствами и облэнерго.

Анализ полученных результатов (см. табл. 1) позволяет отметить следующее:

1. В 51% точек измерения КЭ не соответствует нормам ГОСТ 13109-97[3], большая часть нарушений связана с не синусоидальностью кривой напряжения.
2. Для всех категорий потребителей зафиксированы нарушения допустимых значений ПКЭ.
3. Худшее КЭ зафиксировано на границе с железной дорогой.
4. Лучшее КЭ зафиксировано на границе с Россией и облэнерго.

По отдельным показателям КЭ анализ дает:

- По несинусоидальности кривой напряжения наихудшая ситуация на границе с железной дорогой. Зафиксированы нарушения по коэффициенту искажения синусоидальности формы кривой напряжения и коэффициенту  $n$ -й гармонической составляющей напряжения по следующим номерам гармоник (2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 27, 33, 39). Также зафиксированы нарушения по высшим гармоникам во всех точках контроля, относящихся к металлургии, машиностроению, химической промышленности, генерации и межгосударственных перетокам. Ситуация по КЭ на границе с облэнерго лучшая, где нарушения нормально-допустимых значений зафиксированы только в части точек контроля.

- По уровню напряжения следует отметить, что, хотя установившееся отклонение напряжения на шинах ПС НЭК не нормировано, но зафиксированы провалы напряжения для более 60 % потребителей.

- По несимметрии напряжения зафиксированы нарушения на границе с железной дорогой (по нулевой последовательности) и облэнерго (по нулевой и обратной последовательностям).

**Выводы.** Автоматизированная система контроля уровня перенапряжений и качества электроэнергии, позволяет фиксацию нарушений допустимых значений ПКЭ и информирования оперативного персонала об этих нарушениях, а также ведения архивов учета параметров качества электроэнергии и их корреляцию с выходом из строя ограничителей перенапряжения.

**Список литературы:** 1. *Орнатский П.П.* Автоматические измерения и приборы (Аналоговые и цифровые). Изд. пятое. – Киев.: Вища школа, 1986. 504с. 2. *Черемисін М.М., Зубко В.М.* Автоматизація обліку та управління електроспоживанням. Харків: “Факт”, 2005. – 192с. 3. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. — Минск.: ИПК Изд-во стандартов. — 1998. — 30 с.

**Bibliography(translation):** 1. Ornatsky P. Automatic measurement and instrumentation (analog and digital) . Ed. the fifth. - Kiev .: High School , 1986 – 504s. 2. Cheremisin N., Zubco V., Automation facilities management supply. - Kharkiv : "Fact" , 2005 – 192s. 3. GOST 13109-97. Electric energy. Electromagnetic compatibility of technical equipment. Norms of quality of electric energy in power supply systems for General use. - Minsk.: IPC Publishing standards. - 1998. – 30 P.

*Поступила (received) 25.10.2014*