

управления, а также для анализа и статистической обработки полученных данных.

**Хранилище данных, система OLTP, система поддержания принятия решений, автоматизированная система управления, промышленный птичник, OLAP технология.**

*Techniques and means for the data warehouse structure development are presented. The data warehouse integrates detailed data (disengaged before) contained in different traditional OLTP-systems, archives, coming from outside sources into the only data base. The data warehouse conducts preliminary concordance of the data and aggregation if possible. The data can be used in the automated control system of an industrial poultry house to make control decisions and statistical data processing.*

**Data warehouse, OLTP system, decision support subsystem, automated control system, industrial poultry house, OLAP technology.**

УДК 330.567.224.004.13:621.3:330.567.2.003.12.004.12(470.319)

## **ПРИНЦИП КОРРЕКТИРОВКИ СТОИМОСТИ ПОТРЕБЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЁ КАЧЕСТВА**

***М.В. Бородин, старший преподаватель  
ФГБОУ ВПО Орел ГАУ***

*Обоснована актуальность определения стоимости электроэнергии в зависимости от ее качества, приведены результаты исследования и оценка качества электроэнергии в 100 точках общего присоединения, блок-схема осуществления расчета стоимости электроэнергии в зависимости от ее качества и разработаны необходимые для этого математические выражения.*

***Электроэнергия, стоимость, зависимость, качество электроэнергии.***

Современное производство требует качественного электроснабжения. Качество электроэнергии (КЭ) является одним из факторов, непосредственно влияющих на энергоэффективность. В Российской Федерации существует большое количество нормативных документов (ГОСТ 13109-97(ГОСТ Р 54149-2010), Федеральный закон «Об электроэнергетике», Постановление Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2009 г. № 982, ст. 7 Федерального закона "О защите прав потребителей", гражданский кодекс РФ статья 542, инструкция о порядке расчетов за электрическую и тепловую энергию), которые устанавливают требования к КЭ, но на практике они не всегда эффективно работают. В

---

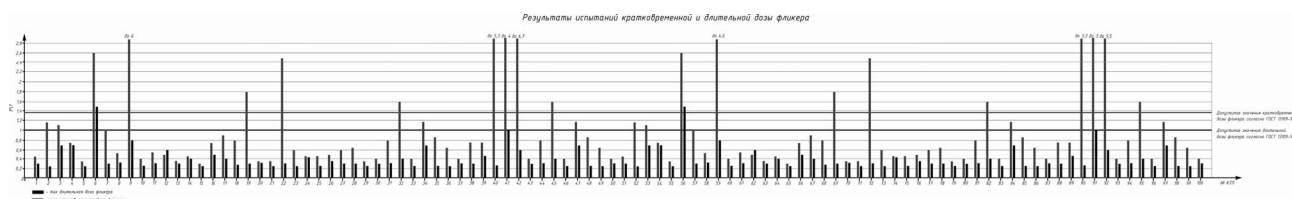
© М.В. Бородин, 2013

то же время необходимость поддержания нормируемого КЭ становится все более актуальной задачей в связи с применением современного электрического оборудования и систем автоматизации, чувствительных к отклонению каждого показателя качества электроэнергии (ПКЭ).росло количество обращений потребителей в энергоснабжающие организации по поводу некачественной электроэнергии. Несоответствие КЭ нормативным документам приводит к экономическому ущербу из-за недоотпуска продукции, ее порчи, снижения производительности предприятий, простоя оборудования, увеличения электрических потерь и к другим негативным последствиям.

**Цель исследований** – разработка принципа корректировки стоимости электроэнергии в зависимости от её качества, который позволит создать эффективный механизм экономического регулирования взаимоотношений энергоснабжающей организации с потребителями, основанный на заинтересованности той и другой стороны в поддержании нормируемого качества электроэнергии на границе балансового разграничения.

**Материалы и методика исследований.** Исследуются результаты измерений качества электроэнергии на соответствие требованиям нормативных документов в точке общего присоединения и на границе балансового разграничения между потребителем и энергосистемой, принципы корректировки стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества. Методика исследования заключается в разработке математических моделей, алгоритмов регулирования стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества. Объект исследования - качество электрической энергии, поставляемой потребителям.

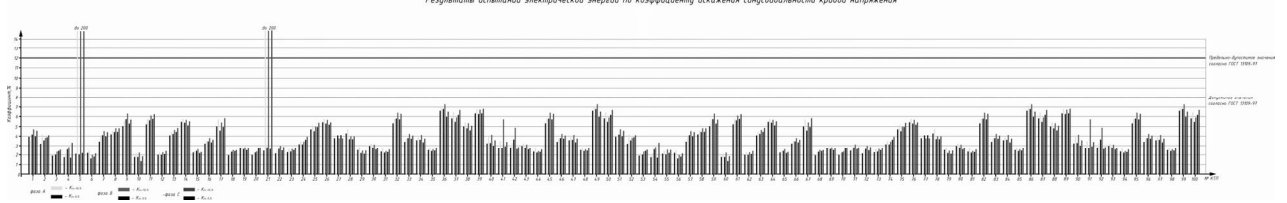
**Результаты исследований.** Для оценки КЭ на соответствие требованиям [4] в Орловской области были произведены измерения в 100 точках общего присоединения (ТОП) в зимнее и летнее время. Измерения проводились с помощью измерителей ПКЭ «Ресурс-UF2» №2785, 2010 г., №2747, 2010 г., №3279, 2011, период испытаний - одни сутки. Испытания проводились в соответствии с ГОСТ Р 53333-2008 "Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения". По результатам испытаний была произведена оценка КЭ, а её результаты представлены на рис. 1 - 6.



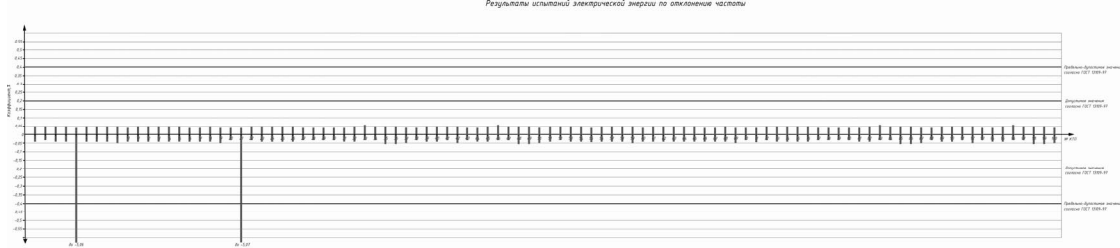
**Рис. 1. Результаты испытаний кратковременной и длительной дозы фликера**



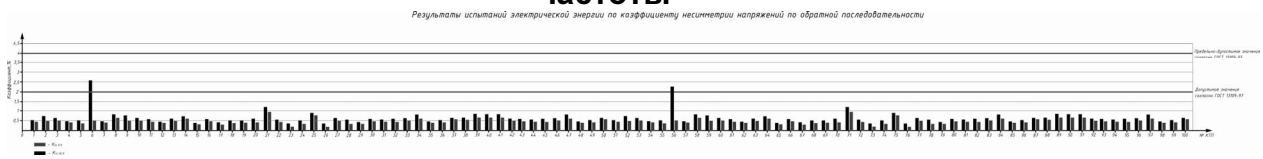
**Рис. 2. Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту несимметрии напряжений по нулевой последовательности**



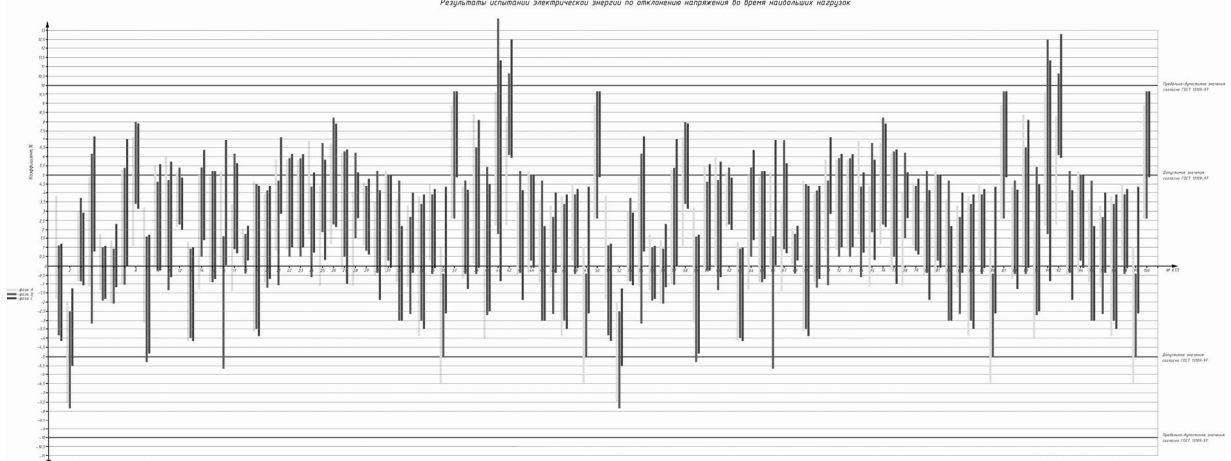
**Рис. 3. Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения**



**Рис. 4. Результаты испытаний электрической энергии по отклонению частоты**



**Рис. 5. Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту несимметрии напряжений по обратной последовательности**



**Рис. 6. Результаты испытаний электрической энергии по отклонению напряжения**

В 52 ТОП по коэффициенту  $n$ -х гармонических составляющих фазных напряжений в нормальном режиме ПКЭ не соответствовали требованиям нормативных документов. Изменение ПКЭ, провал напряжения, импульсное напряжение, временное перенапряжение за время измерений не зафиксировано.

Результаты измерений показали, что в 87 ТОП в нормальном режиме ПКЭ не соответствовали требованиям нормативных документов. Исходя из свойств электрической энергии, были определены наиболее вероятные виновники искажения КЭ. В 19 ТОП искажения в КЭ вносит энергоснабжающая организация, в 28 точках потребитель и в 40 точках искажения вносят как потребитель, так и энергоснабжающая организация.

Большое количество точек, в которых ПКЭ отклонялись от нормативных показателей связано с:

- неравномерным распределением по фазам нагрузки;
- изменением величины генерируемой и (или) потребляемой мощности в энергосистеме;
- применением оборудования, искажающего КЭ;
- изношенностью основного сетевого оборудования;
- значительной (выше нормативной) протяженностью электрических сетей;
- отсутствием заинтересованности сетевых организаций, а иногда и потребителей, в поддержании и контроле КЭ.

С вступлением в силу ГОСТ Р 54149-2010 требования к КЭ изменились. Произведем оценку полученных измерений применительно к новым значениям ПКЭ, предусмотренных ГОСТ, но интервал времени испытаний оставим прежним.

По результатам оценки в 81(уменьшение на 7) точках балансового разграничения потребителя и энергоснабжающей организации и 70(уменьшение на 17) ТОП в нормальном режиме ПКЭ не соответствовали требованиям ГОСТ Р 54149-2010. Исходя из свойств электрической энергии, были определены наиболее вероятные виновники искажения КЭ. В 2 ТОП искажения в КЭ вносит энергоснабжающая организация, в 66 точках потребитель и в 2 точках искажения вносят как потребитель, так и энергоснабжающая организация.

Со вступлением в действие ГОСТ Р 54149-2010 снижается уровень ответственности энергоснабжающей организации за КЭ. С другой стороны в ГОСТ Р 54149-2010 увеличены допустимые интервалы отклонения ПКЭ и время их отклонения, что будет способствовать снижению уровня КЭ в системах электроснабжения, тем самым снижая энергоэффективность как потребителей так и энергоснабжающих организаций. В свою очередь, это повлечет за собой негативные изменения в процессах проектирования и эксплуатации (выбор заниженного сечения проводов линий электропередачи, рост потерь электроэнергии). Переход на новый стандарт приведёт к необходимости приобретения электротехническими лабораториями новых приборов и в большем количестве для измерения

КЭ, дополнительного обучения специалистов, и всё это потребует значительных затрат времени и средств.

Использование существующей системы скидок и надбавок не дает гарантии постоянного и повсеместного обеспечения требуемого уровня КЭ, так как применяется эпизодически и на ограниченном числе объектов. Поэтому проблема обеспечения КЭ в большей мере обоснована отсутствием эффективной методики корректировки стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества и технических способов и средств, позволяющих реализовать эту методику [3].

Авторами разработан принцип корректировки стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества, проиллюстрированный блок-схемой (рис. 7). Предполагается выполнять корректировку стоимости электроэнергии на границе балансового разграничения между потребителем и энергосистемой. Соответствующая функция должна быть встроена в счетчик электроэнергии [1].



**Рис. 7. Блок-схема функционального блока определения стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества**

В соответствии с блок-схемой разработан «Способ измерения потребления электроэнергии и корректировки ее стоимости с учетом качества и источника искажений» [2]. Этот способ позволяет автоматически производить учет количества потребленной электрической энергии и определять её стоимость, в зависимости от качества потребленной электрической энергии и источника искажений.

Разработанный способ является технико-экономическим механизмом стимулирования как потребителей, так и поставщиков электроэнергии в части поддержания КЭ. Экономическая часть механизма заключается в следующем: если искажения в КЭ вносит потребитель, то он будет вынужден платить за электрическую энергию по более высокой цене, если же электрическая энергия, поступающая потребителю не соответствует требованиям нормативных документов по вине энергоснабжающей организации, то потребитель платит меньше.

Стоимость потребленной электроэнергии предлагается определять по формуле:

$$C_{ПЭЭ} = T_{ИСХ} K_{П} K_{ПЭЭ}, \quad (1)$$

где  $T_{исх}$  – исходный тариф на электроэнергию, руб.;  $K_{п}$  – поправочный коэффициент;  $K_{пээ}$  – количество потребленной электроэнергии, кВт·ч.

Если искажения в качество электроэнергии вносят как потребитель, так и энергосистема одновременно, тогда:

$$C_{пээ} = T_{исх} \frac{K_{пэс} + K_{пэл}}{2} K_{пээ}, \quad (2)$$

где  $K_{пэс}$  – поправочный коэффициент для энергосистемы;  $K_{пэл}$  – поправочный коэффициент для электропотребителя.

### Выводы

Разработанный принцип позволяет производить учет количества потребленной электрической энергии и определять её стоимость, в зависимости от качества потребленной электрической энергии и источника искажения. Поправочные коэффициенты разработаны для всех показателей КЭ [3], но их обоснование требует дополнительных исследований, которые в настоящее время проводятся.

Для практического использования принципа определения стоимости электроэнергии в зависимости от её качества решаются такие приоритетные задачи.

1. Оценка фактического КЭ на границе балансового разграничения между потребителем и энергоснабжающей организацией (статистические исследования по итогам измерений).

2. Разработка правового механизма расчета между поставщиком и потребителем электроэнергии с учетом КЭ.

3. Разработка методики определения “виновника” искажений показателей КЭ на границе балансового разграничения.

4. Разработка математической модели системы учета электроэнергии, позволяющей определять стоимость электроэнергии в зависимости от ее качества.

5. Обоснование поправочных коэффициентов к стоимости электроэнергии в зависимости от значения отклонения одного или нескольких показателей КЭ от нормальной величины.

6. Разработка функционального блока и соответствующего программного обеспечения для новых типов электрических счетчиков, что позволит выполнять автоматический расчет стоимости электроэнергии в зависимости от ее качества.

### Список литературы

1. Виноградов А.В. Определение стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества / А.В. Виноградов, М.В. Бородин // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: тр. 8-й международной науч.-техн. конф. (г. Москва, ГНУ ВИЭСХ, 16 – 17 мая 2012 г.): в 5-ти ч., ч. 1. Проблемы энергообеспечения и энергосбережения. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – 384 с.

2. Виноградов А.В. Способ коммерческого учета электрической энергии в зависимости от показателей её качества / А.В. Виноградов, М.В. Бородин // Сб.

материалов по результатам конференции, прошедшей в рамках «Недели Науки - 2010». – Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2010. – С. 46–50.

3. Виноградов А.В. Экспертная оценка поправочных коэффициентов к стоимости потребленной электроэнергии в зависимости от её качества / А.В. Виноградов, М.В. Бородин. // Вести высших учебных заведений Черноземья, – Липецк, 2012. – №3 – С. 20–24.

4. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 13109-97. – [Введен с 01.01.99]. – Минск: Изд-во стандартов, 1998. – 30 с.

*Обґрунтовано актуальність визначення вартості електроенергії залежно від її якості, наведено результати дослідження та оцінка якості електроенергії в 100 точках загального приєднання, блок-схема здійснення розрахунку вартості електроенергії залежно від її якості та розроблено необхідні для цього математичні вирази.*

***Електроенергія, вартість, залежність, якість електроенергії.***

*The article provides a definition of the relevance of the cost of electricity, depending on its quality, the study and evaluation of the quality of electricity to 100 points of common coupling, the block diagram of the calculation of the cost of electricity, depending on its quality, and the necessary mathematical expressions.*

***Electricity, cost, dependence, power quality.***

УДК 621.311.42.078

## **УСТРОЙСТВО ЗАПРЕТА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ РЕЗЕРВА ДЛЯ ДВУХТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ 20-110/6-10 кВ**

***А.В. Виноградов, кандидат технических наук  
П.Л. Багаев, аспирант\****

***Орловский государственный аграрный университет***

*Приведена принципиальная схема осуществления запрета автоматического включения резерва на короткое замыкание. Выполнено для подстанций класса напряжения 20-110/6-10кВ.*

***Устройство, выключатель автоматического включения резерва, короткое замыкание, двухтрансформаторная подстанция, электромеханические реле.***

Короткие замыкания на шинах подстанции приводят к выходу из строя оборудования подстанции и недоотпуску электроэнергии потреби-

---

\*Научный руководитель – кандидат технических наук А.В. Виноградов

© А.В. Виноградов, П.Л. Багаев, 2013