

# Обзор рынка приборов для измерения и регистрации качества электрической энергии в России

М.Е. Никитин



Развитию электроэнергетики России сегодня придается государственное значение. Президент России В.В. Путин в своих выступлениях упрекнул электроэнергетиков в сдерживании экономического роста страны. Президент сослался на данные Минпромэнерго, согласно которым РАО «ЕЭС» не в состоянии выполнить заявки компаний на 50 миллиардов киловатт-часов. По мнению Путина, если бы подключение всех объектов состоялось, то рост ВВП в год составил бы дополнительно 5%. Важной составной частью развития электроэнергетики являются энергосберегающие технологии, в том числе уменьшение потерь электроэнергии при передаче, уменьшение потерь при эксплуатации электроустановок, уменьшение аварийности и сбоев автоматики и другие мероприятия.

Решением части данной задачи является обязательная сертификация качества электроэнергии (Приказ РАО «ЕЭС России» № 703 от 25.10.05 г.), потребовавшая создание принципиально новых систем контроля качества электроэнергии на основе нового поколения приборов — измерителей параметров качества электроэнергии. Существующая до введения ГОСТа система мониторинга качества позволяла производителю контролировать только два параметра: отклонения частоты и напряжения.

Согласно новым требованиям ГОСТ 13109-97 (введен в действие с 1999 года) регламентируются параметры электроэнергии при заключении договора между производителем электроэнергии и потребителем. Основные параметры качества электроэнергии: отклонения и колебания напряжения, несинусоидальность напряжения, несимметрия трехфазной системы, отклонения частоты, провал напряжения, кратковременная и длительная дозы фликера.

Ненормативные отклонения и колебания частоты сети и напряжения могут привести к сбоям в работе автоматики, оборудования, увеличению потерь в сетях, преждевременному износу оборудования, браку в производстве, профессиональным заболеваниям и повышенной утомляемостью работников предприятий.

Особый параметр качества электроэнергии — доза фликера. ГОСТ 13109-97 определяет термин «фликер» (мерцание)

как восприятие человеком колебаний светового потока источников освещения, вызванных колебанием напряжения, однако, все чаще под фликером понимаются и сами эти изменения напряжения.

Методика измерения фликера определена в ГОСТ 51317415-99. Вычисления дозы фликера измерительными приборами осуществляется с помощью микропроцессорных систем, моделирующих реакцию «лампа — глаз — мозг».

Наибольшее влияние фликер оказывает на источники искусственного освещения, в то время как другие сетевые устройства не столь чувствительны к данным явлениям. Различные лампы по-разному ведут себя: люминесцентные лампы в большей степени подавляют изменения напряжения, чем лампы накаливания. С целью уменьшения ущерба от фликера (утомляемость зрения, усталость, профессиональные заболевания) рекомендуется аппарат — источник фликера по возможности подключать в точке сети, где расчетная мощность короткого замыкания значительно превышает мощность, потребляемую аппаратом.

Ведущие компании, давно и профессионально проектирующие и выпускающие электроизмерительную аппаратуру, уже освоили производство анализаторов и регистраторов параметров качества электроэнергии. На основе требований ГОСТа по параметрам качества электроэнергии и типам измерителей — регистраторов, была составлена Таблица № 1.

Дополнительные параметры, не предусмотренные ГОСТом, приведены в Таблице № 2: масса, габариты прибора, питание, возможность передачи данных в компьютер и автономной работы, фотографии приборов и их ориентировочная стоимость.

К сожалению, всех параметров приборов привести в рамках данной статьи не представляется возможным, некоторые же параметры не предоставлены производителями.

Анализ представленных параметров и возможностей приборов предлагается провести по следующим критериям:

**1. Широта спектра измерений параметров качества электроэнергии.** Это возможность охватить максимальный спектр параметров качества. Мы видим из Таблицы № 1, что

все параметры качества электроэнергии охватывают, например, приборы «Ресурс-UF2». Однако потребителю данной продукции нужно понимать, что за универсальность придется заплатить увеличением массы прибора, его габаритов, цены и отсутствием автономного питания (Таблица № 2).

Большинство приборов из Таблицы № 1 имеют свой набор параметров измерения: практически все измеряют и регистрируют отклонения напряжения, частоту, отклонение частоты. Потребитель имеет возможность выбора необходимого ему прибора, учитывая данные, приведенные в Таблице № 2. Если же речь идет об измерении дозы фликера, то среди всех исследуемых приборов только два – «REN-700» и «Ресурс-UF2» проводят измерения данного значения.

**2. Возможность работать в автономном режиме** регистратора параметров и событий, а также передавать информацию на компьютер имеют практически все представленные здесь приборы.

Обращаем Ваше внимание – наличие или отсутствие автономного питания прибора и программное обеспечение производителя. Все приборы, которые питаются от измеряемой сети (от сети), в случае сильного провала либо отключения напряжения неизбежно теряют информацию, и некоторое время не могут производить измерения.

**3. Внешний вид, удобство в эксплуатации, цена, масса, габариты.** Из Таблицы №2 видно, что приборы можно подразделить на две группы – стационарные и универсальные.

Стационарные приборы имеют сетевое питание, значительную массу и габариты, необходимость специальной подготовки персонала к эксплуатации данного прибора («Ресурс», «ЭРИС»).

Универсальные приборы («REN-700 SONEL») имеют автономное питание, просты и удобны в эксплуатации, не требуют специальной подготовки персонала. Масса, габариты и цена, соответственно, также невелики.

Приведенные в настоящей статье данные и краткий анализ приборов не претендуют на всеобъемлющее исследование, это просто некоторая информация и ее предварительная оценка.

**Список литературы и источников технической информации:**

1. ГОСТ 13109-97
2. ГОСТ 51317415-99
3. Статья «Общий метод расчета доз фликера напряжения» Э.Г. Куренный, Е.Н. Дмитриева, Н.В. Цыганкова, Л.В. Черникова. Донецкий государственный технический университет.
4. Статья «Опыт контроля качества электрической энергии», В.Н. Белоусов, В.И. Энгватов, В.Н. Никифорова. Госэнергонадзор, ООО «Научный центр ЛИНВИТ».
5. Статья «Надежное электроснабжение: практические аспекты качества и надежности» В.А. Шихин.
6. Официальные сайты компаний-производителей приборов.

Таблица 1

Тип прибора Параметр	Ресурс-UF	Ресурс-UF2	REN-700	ЭРИС-КЭ-01	ЭРИС-КЭ-04	ЭРИС-КЭ-06	ППКЭ-1-50М	Прорыв-КЭ	Парма РК3.01
Отклонение напряжения $\Delta U_v$ (%)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Колебание напряжения $\Delta U_t$ (%)	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Кратковременная доза фликера $P_{st}$	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Длительная доза фликера $P_{dt}$	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Коэфф. искажения синусоидальности напряжения $K_U(n)$ (%)	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Коэфф. n-ой гармонической составляющей напряжения $K_U(n)$ (%)	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Коэфф. несимметрии напряжения по обратной последовательности $K_{2U}$ (%)	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Коэфф. несимметрии напряжения по нулевой последовательности $K_{0U}$ (%)	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Отклонение частоты $\Delta f$ (Гц)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Длительность провала напряжения $\Delta t_{п(С)}$	+	+	+	+	+	+	-	+	-
Импульсное напряжение $U_{имп}$ (КВ)	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Глубина провала напряжения $U_{п}$ (В)	+	+	+	-	-	-	-	+	-
Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{пер(С)}$	+	+	+	-	-	-	-	+	-
Коэфф. временного перенапряжения $K_{перU}$	+	+	-	+	+	+	-	+	-

Таблица 2

Тип прибора Параметр	Ресурс-UF	Ресурс-UF2	REN-700	ЭРИС-КЭ-01	ЭРИС-КЭ-04	ЭРИС-КЭ-06	ППКЭ-1-50М	Парма РК3.01
Питание	Сеть 220 В, 20 ВА, 50 Гц	Сеть 220 В, 20 ВА, 50 Гц	2 элемента (1,5 В)	Измеряемая сеть	Измеряемая сеть	Измеряемая сеть	Сеть 220 В, 5 ВА, 50 Гц	Сеть 220 В, 15 ВА, 50 Гц
Автономная регистрация (суток)	+	+	Не менее семи	+	+	+	семь	семь
Передача данных на компьютер	+	+	+	+	+	+	+	+
Размер (мм)	280x245x125	280x245x125	230x67x35	295x280x170	295x280x170	295x280x170	250x200x65	200x230x80
Масса (кг)	3	3	0,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2
Ориентировочная цена, тыс. руб. (вкл. НДС)	86,4	126,8	32	140	69	110	85	83



### REN-700

#### Анализатор-регистратор качества электроэнергии с функцией измерения фликера

- измерение отклонения и колебания напряжения  $\delta U$ ;
- измерение длительности провалов напряжения  $\Delta t$ ;
- измерение частоты сети, отклонения частоты сети  $\Delta f$ ;
- измерение кратковременной и длительной дозы фликера\* с заданными интервалами времени (ГОСТ 51 317.4.15-99);
- регистрация событий (превышение значений заданных параметров);
- регистрация результатов замеров напряжения с заданной частотой;
- возможность установки параметров регистрации с клавиатуры компьютера через инфракрасный порт IRDA;
- возможность просмотра результатов измерений и регистрации на дисплее прибора и на экране компьютера;
- возможность автономной работы без обслуживания в течение длительного времени.

\* фликер (мерцание) — субъективное восприятие человеком колебаний светового потока искусственных источников освещения, вызванных колебаниями напряжения в электрической сети, питающей эти источники (согласно ГОСТ 13109-97).