

PROBLEM OF POWER QUALITY MONITORING
Lapina N.¹, Korolev M.²
ПРОБЛЕМА МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
Лапина Н. А.¹, Королев М. Е.²

¹Лапина Надежда Андреевна / Lapina Nadezda – магистр;

²Королев Михаил Евгеньевич / Korolev Mihail - магистр,

кафедра компьютерных систем и сетей, факультет информатики и систем управления,
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, г. Москва

Аннотация: в данной статье исследована проблема мониторинга качества электроэнергии, ее актуальность и способы решения. Определено понятие «качества» электроэнергии и факторы, его характеризующие. Рассмотрены последствия нарушений качества электроэнергии, виды ущербов, которые влекут за собой ухудшение этого параметра. Раскрыты особенности систем мониторинга качества электроэнергии в мире (в Румынии, США и Колумбии), их основные задачи, функции, принципы работы, а также предпосылки создания подобных систем в России.

Abstract: this article investigated the problem of monitoring power quality, its relevance and solutions. The concept of "quality" of electricity and the factors which characterize it. We consider the consequences of power quality disturbances, types of damages that are a deterioration of this parameter. The features of power quality monitoring systems in the world (in Romania, the US and Colombia), their main tasks, functions, operating principles, as well as prerequisites for the development of similar systems in Russia.

Ключевые слова: электроэнергия, качество электроэнергии, мониторинг, система мониторинга качества электроэнергии,

Keywords: electricity, power quality, monitoring, quality monitoring system of electricity.

Проблема качества электрической энергии является очень актуальной в нашей стране. В последние годы всё больше внимания стали обращать на качество электроэнергии (КЭ) в связи с бурным развитием новых технологий, которые чувствительны к искажениям, повышенным вниманием правительства страны к этому вопросу и увеличением количества судебных исков потребителей электроэнергии.

Электрическая энергия, которая поставляется различными электроснабжающими организациями потребителям по договорам энергоснабжения, выступает как товар особого вида, характеризующийся рядом свойств, таких как совпадение во времени процессов производства, транспортирования и потребления, невозможность его хранения и возврата. К тому же, к электрической энергии, как к товару, применимо понятие «качество»: электрическая энергия характеризуется целым набором свойств, обуславливающих ее пригодность для обеспечения нормального функционирования электроустановок потребителей электрической энергии [1].

Десятки факторов оказывают существенное влияние на качество электроэнергии. К этим показателям относятся такие характеристики как частота, напряжение, синусоидальность кривых напряжения и тока, не симметрия токов между фазами и многие другие. А в современном мире, где множество электронной аппаратуры, отклонения качества электроэнергии влечет за собой сбой в работе многих процессорных приборов, что может привести к аварийным ситуациям во всех отраслях, где применяются компьютерные системы управления (авиация, железная дорога, нефтепромышленность). Все это говорит о важности выработки и получения конечными потребителями именно качественного электроснабжения. А для контроля качества электроэнергии нужно постоянно следить и контролировать её [2].

Существенное влияние на надежность и экономичность работы электрооборудования оказывает нарушение качества электрической энергии (КЭ). Ухудшение качества может привести к ущербу, который понесут субъекты рынка (как потребители электроэнергии, так и различного рода компании). Этот ущерб условно принято разделять на 2 вида: электромагнитный и технологический.

Электромагнитный ущерб имеет 2 основные формы:

- увеличение потерь в элементах электрической сети;
- сокращение срока службы и выход из строя электротехнического оборудования, устройств релейной защиты, телемеханики, связи, автоматики.

К технологическому ущербу относят снижение производительности и выход из строя технологического оборудования, что приводит к снижению качества и недовыпуску продукции и др. Также в некоторых случаях нарушение КЭ может сказаться на безопасности жизни и здоровье людей. И в первом и во втором случаях субъекты рынка электроэнергии несут финансовые потери.

Нарушение КЭ — это не только российская проблема, но и всего мира. По оценке европейских специалистов, снижение качества электрической энергии обходится промышленности и в целом деловому сообществу Европейского союза в 10 млрд евро в год. Подсчитаны на Западе и убытки от

снижения качества электроэнергии по отраслям промышленности, которые составляют от 30000 евро/мин в телекоммуникационной сфере до нескольких миллионов евро за событие в областях с непрерывным энергоемким технологическим процессом, таких как целлюлозно-бумажная промышленность, производство алюминия и т. д. [3].

Можно предположить, что сложившееся положение с КЭ в электрических сетях объясняется тем, что, во-первых, при плановой экономике потребители электроэнергии списывали все свои затраты, связанные с низким качеством электроэнергии, на себестоимость продукции. Увеличение цены продукции не снижало спроса на товар, поэтому производители не стремились снижать дополнительные издержки, связанные с плохим КЭ, тем самым не выставляя требований к электроснабжающим организациям.

Во-вторых, длительное время электроэнергетика России развивалась по экстенсивному пути. В первую очередь решались проблемы снабжения электроэнергией промышленности, сельского и коммунально-бытового хозяйства страны, повышения надежности в бесперебойном электроснабжении потребителей и др.

Способствовало решению этих задач формирование межрегиональных энергосистем и их объединение в Единую энергетическую систему (ЕЭС). На данном этапе развития электроэнергетики обеспечение КЭ, которая поставляется потребителям, не рассматривалось поставщиками электроэнергии как одна из основных задач во взаимоотношениях с ними, поэтому они не уделяли должного внимания созданию системы управления КЭ, отпускаемой потребителям.

В настоящее время в нашей стране контроль качества электрической энергии, по большей части, проводят периодически в течение 1-7 суток. Измерения показателя качества электроэнергии (ПКЭ), проводимые периодически в электрических сетях, имеют существенный недостаток - событие в электрической сети, повлекшее за собой, например, выход из строя дорогостоящего оборудования у потребителя, обычно происходит вне пределов времени, в течение которого производились измерения [4].

Одним из наиболее рациональных вариантов разрешения этой проблемы – является создание системы мониторинга качества электрической энергии (СМКЭ) в ЕНЭС России. При создании такой системы встают задачи, которые требуют уникальных решений, которых рынок пока еще не предлагает. Одними из задач, встающих перед создателями этой системы, являются способы обработки и визуализации полученных данных от СМКЭ.

Необходимость такой объемной системы влечет за собой огромный поток данных, который необходимо анализировать пользователям разных уровней этой системы. В связи с этим, принципиально важно думать о системе обработки и визуализации получаемой информации от СМКЭ.

Подобные системы существуют за рубежом. Наиболее известные из них - СМКЭ в Румынии, США и Канаде (I-Grid), Колумбийская система.

СМКЭ Румынии обслуживает системный оператор, который, кроме информации о КЭ, позволяет контролировать выполнение условий договоров, давать информацию об эффективности электрической сети и принимать решения по оптимизации сети, снижению технических потерь и удовлетворению запроса потребителей. Система развита на границе между потребителем и питающими сетями [4].

Система является очень крупным источником данных, но для ее работы необходим обученный персонал. Поэтому необходимо не только создать систему СМКЭ, но и обучить людей, которые отвечают нее. Более 170 специалистов из различных румынских компаний приняли участие в обучении и образовательных программах для формирования профессиональных навыков и получения сертификатов в области качества электроэнергии.

Система I-Grid развернута в сотрудничестве с министерством энергетики США и ведущими предприятиями и предполагает установку компактных средств измерения (СИ) КЭ более чем в 50 000 контрольных точках США и Канады, многие потребители сами устанавливают у себя СИ ПКЭ, подключая их к системе I-Grid.

Структура системы I-Grid включает в себя установленные в узлах мониторов I-Sense, магистральные линии связи, которые соединяют мониторы и I-Grid сервер, осуществляющий интеллектуальный анализ поступающих данных и систему доставки информации через World Wide Web.

Третьим примером создания СМКЭ может служить Колумбийская система. Данная система состоит из аппаратных устройств и разработки программного обеспечения. Кроме этого, была построена web-оболочка, чтобы осуществлять анализ ПКЭ. В результате этого пользователь может запросить интересующие его ПКЭ и легко визуализировать текущие и будущие условия КЭ.

Измерительные приборы были установлены на всех шинах среднего напряжения (>1 кВ). Приборы записывают устойчивые нарушения в сети за каждые 10 минут. Таким образом, перед электрическими компаниями встает задача управления большим количеством информации, а также определение методологии для анализа и оценки ПКЭ. Учитывая, что информация должна четко и легко интерпретироваться, электрические компании должны найти способ для отображения информации о нарушениях [5].

В последние несколько лет анализ полученных ПКЭ становится все более сложным. Теперь недостаточно просто знать средние значения напряжений и токов. Нарушения КЭ, которые происходят, имеют продолжительность в миллисекунды, создаваемые все большим количеством оборудования, подключенным к сетям системы.

Системы анализа данных должны быть достаточно гибкими, чтобы обрабатывать данные от различных СИ ПКЭ и поддерживать базу данных. Различные типы ПКЭ требуют различных видов анализа. С гибкой системой эти приложения могут быть настроены под индивидуальные потребности пользователей. Кроме того, при мониторинге проводится сбор большого количества информации, а чем больше установлено средств измерений в контрольных точках, тем больше передается информации.

Мониторинг КЭ позволяет сформировать статистическую базу данных предыдущих измерений, что дает возможность прогнозировать процессы в электрической системе, определять ожидаемые уровни ПКЭ в будущем, предупреждать развитие аварийных ситуаций, снизив, таким образом, риск возникновения ущерба поставщика и/или потребителя за счет своевременно примененных мероприятий по обеспечению КЭ.

Литература

1. *Никифорова В. Н., Суднова В. В.* // Сертификация — эффективный механизм государственной политики обеспечения качества электроэнергии. Вестник Госэнергонадзора, 2000 г. № 2.
2. Качество электроэнергии. [Электронный ресурс]: Путеводитель по энергетике. Режим доступа: <http://pue8.ru/kachestvo-elektroenergii.html/> (дата обращения: 02.12.2016).
3. Территориальная система мониторинга показателей качества электроэнергии. [Электронный ресурс]: Путеводитель по энергетике. Режим доступа: <http://pue8.ru/kachestvo-elektroenergii/292-territorialnaya-sistema-monitoringa-pokazatelej-kachestva-elektroenergii.html/> (дата обращения: 14.12.2016).
4. *Тухас В. А., Эйнтрон С. А., Пожидаев С. В.* Построение территориальной системы мониторинга показателей качества электроэнергии в режиме реального времени. г. Петрозаводск: Электро, 2005. № 1.
5. Система диагностики и мониторинга качества электроэнергии. [Электронный ресурс]: СМКЭ. Режим доступа: <http://khomovelectro.ru/articles/sistema-diagnostiki-i-monitoringa-kachestva-elektroenergii.html/> (дата обращения: 18.12.2016).