

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ И РАСЧЕТЫ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Бабин А.И.

*Национальный институт радио и инфокоммуникационных технологий (НИРИТ)*

*Москва, Россия*

Современные автоматизированные системы дистанционного управления (АСДУ) включают системы SCADA и приложения, решающие энергетические задачи (EMS). В основе EMS - приложений лежит расчет установившегося режима (УР) электрической сети. При этом в современных EMS - приложениях используются технологии Windows, которые позволили как создавать стандартные пользовательские интерфейсы так и применять новейшие принципы конструирования самих программно-вычислительных комплексов (ПВК).

Основой большинства задач анализа и управления электрическими системами является расчет УР электрических сетей. С развитием электронных компонентов сбора данных и устройств управления (программируемые логические контроллеры (PLC), многофункциональные цифровые измерители и т.д.) задача расчета УР перешла в другую плоскость. Если ранее такие расчеты проводились службой режимов с целью подготовки сезонных режимов, проверки баланса мощностей с целью планирования режимов, то сейчас расчет режима в комплексах АСДУ проводится также и в режиме online на основе данных, полученных от цифровых измерителей.

При этом классическая задача расчета УР трактуется гораздо шире в зависимости от числа компонентов вектора измеренных переменных. Система в этом случае может быть неопределенной (ненаблюдаемой), определенной и переопределенной. Методы решения таких задач в настоящее время разработаны достаточно хорошо и получили название оценивания состояния. При помощи таких методов решаются следующие задачи реального времени:

- формирование расчетной схемы на основе телесигналов о состоянии коммутационной аппаратуры;
- обнаружение ошибок телеизмерений и устранение их влияния;
- дорасчет неизмеренных параметров и т.д.
- минимизация погрешности замеров.

Указанные задачи формируют непрерывно изменяющуюся информацию для последующего её использования в ПВК.

### ***Системы мониторинга электропотребления***

Наряду с вопросами энергоаудита, актуальной задачей на современном этапе является технический учет и анализ структуры потребления энергии предприятием. Кроме того актуальным является и вопрос оптимизации режима потребления электроэнергии энергоемких технологических установок.

В настоящее время наблюдается тенденция в направлении разработки и монтажа систем мониторинга электропотребления предприятия. При этом такие системы призваны решать самые различные задачи – от осциллографирования кривых тока и напряжения до задач управления реактивной мощностью и электропотреблением в часы максимума.

Основу такой системы мониторинга составляют многофункциональный измеритель параметров электрической сети. Один такой прибор полностью заменяет измерительный щит и позволяет измерять напряжения, токи по всем трем фазам, активную и реактивную мощности, а также их интегральные характеристики — энергию. Такие приборы электромагнитно совместимы с действующими установками 0,4-10 кВ, но самое главное — имеют цифровой выход для подключения в информационные промышленные сети типа MODBUS, PROFIBUS и им подобные. Выходы этих приборов подключены к системе мониторинга электропотребления, реализованной аппаратно на базе персонального компьютера и программного обеспечения, ориентированного на создание систем верхнего уровня SCADA.

Более совершенные системы мониторинга включают анализаторы параметров сети (например, AS-3 фирмы Twelve). Анализ и контролю подлежат следующие параметры сети в узле измерения:

- напряжение и ток;
- 4-х квадрантный контроль нагрузки, в т.ч. по каждой фазе.

Прибор также содержит анализатор гармоник и регистратор событий анализатора параметров сети (до 4000 событий). При этом могут регистрироваться следующие события:

- изменение напряжения и тока,
- асимметрия напряжений и токов;
- изменения мощности;
- изменения  $\cos\varphi$ ;
- появление гармоник;
- скачки напряжения.

Реестр потребления мощности записывает следующие параметры:

- соотношение нагрузок за последние 15 минут;
- потребление мощности в определенный период времени;
- превышение мощности в периоде.

Осциллограф и регистратор прохождения помех позволяет с периодичностью 3,2 сек, позволяет записывать синусоиды напряжений и токов во время возникновения помех.

При наличии такой системы потребители смогут контролировать отклонения электропотребления от планового уровня, качество энергии, проверку счетов энергосистемы. Мониторинг предоставляет данные для проверки совпадения своих пиков с заявленными пиками, и определяют необходимость регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности. При этом данные могут быть представлены в виде любых графиков, гистограмм, привычных для пользователя с группировкой измерений с интервалами по различным уровням. Это определяется структурой построения верхнего уровня. Устройства мониторинга способны включать запись мгновенных значений формы кривой напряжения. Этот путь представления электромагнитных явлений может быть полезным для диагностики и решения проблем потребителя.

Мониторинг электропотребления предоставляет потребителю возможность решения следующих проблем:

- первый шаг в направлении энергосберегающей политики;
- наличие необходимых данных дает возможность перехода к управлению электропотреблением со стороны потребителя (DSM);
- появляется возможность эффективного управления коэффициентом мощности, что улучшает показатели; этот шаг можно рассматривать как следующий в автоматизации управления электропотреблением;
- повышение эффективности использования оборудования и раннее обнаружение проблем электроснабжения;
- анализ аварийных и послеаварийных режимов;
- анализ гармоник.

Подобные системы упрощают создание дальнейших очередей автоматизации предприятия, т.к. главное - измерители, информационная сеть предприятия и верхний уровень (SCADA) уже созданы. В качестве транспортной среды хорошо зарекомендовали себя радиопередачи на узкополосных радиомодемах «Интеграл 400».

### **Система мониторинга потерь электрической энергии**

Система мониторинга потерь электрической энергии (СМПЭЭ) - это система технического, информационного, методического, программного и организационного обеспечения предназначенного для оперативного расчета и анализа технологической составляющей потерь электрической энергии, представляет собой ПВК, позволяющий производить мониторинг потерь электрической энергии и выявлять "очаги" сверхнормативных потерь электрической энергии. ПВК проводит сбор и обработку большого объема информации о режимах работы электрической сети, установленном электрооборудовании, схемах электроснабжения, позволяет решить данную проблему за счет организации автоматического ввода информации от систем учета электрической энергии, систем телемеханики и телеизмерений, что позволяет оператору системы освободиться от ручного ввода информации и заниматься выявлением мест сверхнормативных потерь электрической энергии, своевременно разрабатывать и успешно применять мероприятия, направленные на оптимизацию режимов работы электрических сетей и снижение потерь электрической энергии.

Анализ структуры потерь электрической энергии большинства региональных сетевых компаний показывает, что основной составляющей потерь электрической энергии, являются потери вносимые промышленными предприятиями, что в свою очередь позволяет на основе мониторинга потерь электрической энергии реализовывать соответствующие организационно-технические мероприятия, направленные на снижение технических потерь электрической энергии.

### *Автоматизированные системы коммерческого учёта электроэнергии*

Под Автоматизированной системой коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ) понимается комплекс специализированных, метрологически аттестованных технических и программных средств, позволяющих производить измерение и вычисление сальдированной величины потребления - генерации электроэнергии субъекта оптового рынка.

Основу измерительного канала системы коммерческого учёта составляют измерительные трансформаторы тока ТТ, измерительные трансформаторы напряжения ТН, их вторичные цепи, счетчик электрической энергии.

Для целей расчета установившихся режимов электроэнергетических систем пригодны АСКУЭ, использующих статические счетчики электрической энергии на базе микропроцессоров с цифровым выходом, измерительные каналы которых заканчиваются на информационном выходе электросчётчика. Использование индукционных электросчётчиков с телеметрическими приставками или статических электросчётчиков с импульсным выходом в измерительные каналы входят телеметрические линии связи и устройства сбора и обработки данных (УСПД) для этих целей непригодно.

Электросчетчики являются источниками первичной информации для АСКУЭ. Типы применяемых электросчетчиков должны быть внесены в Госреестр средств измерений Российской Федерации и иметь действующие свидетельства о поверке. Для точек учёта, где возможны перетоки электроэнергии (приём-отдача), электросчётчики должны обеспечивать учёт электроэнергии в обоих направлениях. Все электросчетчики коммерческого учета должны обеспечивать учёт перетоков реактивной мощности в обоих направлениях. Требования к счетчикам АСКУЭ включают в себя также возможность хранения профиля нагрузки с получасовым интервалом на глубину не менее 1-го месяца, наличие цифрового интерфейса (RS-485, ИРПС, RS-232), наличие календаря и таймера астрономического времени и т.п.

Программные средства АСКУЭ должны обеспечивать безотказную работу в течение всего срока службы устройства, а при обновлении версий полную совместимость и сохранение всех ранее установленных и хранимых параметров. При этом предусматривается вычисление всех необходимых показателей энергопотребления, возможность изменения в процессе работы состава и количества учитываемых параметров, а так же механизмов их вычислений. Форматы и протоколы передачи данных должны быть построены на основе "открытых" промышленных стандартов, т. е. должны позволять использовать их в составе АСКУЭ различных разработчиков, иметь возможность транспортировать данные в различные СУБД, электронные таблицы и другие типы программных приложений для дальнейшей обработки и хранения информации. В нормальном режиме работы обмен информацией с системой верхнего уровня АСКУЭ производится по сигналам запроса этой системы, при этом должны передаваться любые запрашиваемые и хранимые параметры. При нарушениях в работе или фиксации несанкционированного вмешательства, программное обеспечение должно обеспечить автоматический перевод системы в режим передачи информации на верхний уровень сбора информации.

### *Интегрированные системы учета и управления электропотреблением*

В интегрированных системах (ИСУУЭ) задачи защиты электрооборудования, управления электропотреблением и мониторинга электрических параметров в настоящее время решаются использованием микропроцессорных средств. Это специализированные устройства защиты оборудования на микропроцессорной основе, позволяющие следить за изменением электрических процессов в темпе процесса, специализированные устройства мониторинга электропотребления (например, Power Logic фирмы Merlin Gerin), многофункциональные измерители, позволяющие передавать электрические параметры в информационную сеть, универсальные программируемые логические контроллеры (PLC) для автоматизации промышленных процессов. При этом возможно применение устройств — участников АСКУЭ для решения широкого класса задач автоматизации. Кроме мониторинга электропотребления подобная система содержит локальные подсистемы защиты и диагностики присоединений 6 кВ схемы электроснабжения, подсистему коммерческого и технического учета электрической энергии, автоматическое регулирование потребления реактивной мощности.

## **Технические вопросы применения современного оборудования**

### **в задачах расчета УР**

Рассмотрим элементы АСКУЭ с точки зрения применения их в интегрированных системах управления. Создание АСКУЭ субъектов оптового рынка осуществляется, как правило, на основании специально разрабатываемых индивидуальных (нетиповых) проектов. При этом потребитель стремится к тому, чтобы как можно большая часть данных АСКУЭ была использована в уже существующих или проектируемых системах управления. При этом устройства, принципы построения АСКУЭ часто входят в противоречия с элементами систем управления, либо дублируют их функции.

Счетчики электрической энергии по своей физической природе уже несут информацию о таких параметрах как напряжение, ток, мощность, т.е. те параметры, которые необходимы и при мониторинге электропотребления и при оперативном управлении технологическими процессами. В ряде случаев мониторинг отдельных электрических параметров позволяет сделать выводы о

параметрах работы технологического оборудования. Прекрасным техническим решением в этом случае было бы применение счетчиков, предоставляющих вместе с показаниями о потребленной электроэнергии информацию, о токах и напряжениях. Вместе с тем большой проблемой является передача данных такими устройствами в информационные каналы. Прежде всего, это касается выбора протокола передачи данных. Заметим, что выбор протокола обмена никем не регламентируется и отдан на откуп заводам — изготовителям. В результате мы наблюдаем огромное количество протоколов обмена, в том числе труднореализуемые, устаревшие и вообще "засекреченные". Следует заметить, что последние противоречат положению об организации коммерческого учёта электроэнергии и мощности, предусматривающему открытый доступ и интеграцию других устройств автоматики. На наш взгляд, наиболее оправданным следует признать использование протоколов, принятых в сетях промышленных логических контроллеров (Modbus, Profibus и других). Технологии передачи данных в этих сетях хорошо проработаны, под них написано множество программ и драйверов. При этом следует избегать протоколов, требующих применения специализированных микросхем, оборудования (например, CAN).

Другой проблемой является опрос счетчиков электроэнергии с одной стороны энергоснабжающей организацией и потребителем с другой. Часто это происходит из-за невозможности развязать каналы связи. Проблема на наш взгляд может быть разрешена применением нескольких цифровых выходов у первичных источников информации (электросчетчиках). Это в полной мере соответствовало бы и требованию о наличии резервного канала связи с беспроводным окончанием, радиомодемов «Интеграл 400».

### **Выводы**

Использование информации элементов систем АСКУЭ, АСДУ, УСПД, СМПЭЭ, мониторинга и управления для задач расчета УР и других систем SCADA позволяет резко повысить эффективность использования оборудования. Для использования данных для задач расчета УР при новом строительстве, реконструкции или техническом перевооружении энергообъектов рекомендуется:

- применение многофункциональных измерителей с цифровым выходом;
- применение анализаторов параметров сети;
- применение электросчетчиков с возможностью выдачи значений токов и напряжений;
- применение счетчиков с телеметрическим выходом на основе протоколов, применяемых в промышленных сетевых технологиях (например, Modbus, как стандарт де-факто);
- применение радиосистем мониторинга на основе отечественных радиомодемов «Интеграл 400».

Использование изложенных принципов позволит создавать высокоэффективные системы АСКУЭ, мониторинга и управления с возможностью использования полученных данных в задачах расчета УР, решающие энергетические задачи EMS.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Медведков В.В. Автоматизированные системы мониторинга электрических систем, семинар АНАРЭС, Иркутск, 2002.