

УДК 621.3.051.3

В.М. Ефременко, Р.А. Храмцов, Р.Б. Наумкин

### СИСТЕМЫ АИИС КУЭ В БЫТОВОМ СЕКТОРЕ КАК ЭЛЕМЕНТ «УМНЫХ» СЕТЕЙ И СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Повышение эффективности передачи и снижение затрат является одной из основных целей любой компании, имеющей на своем балансе электросетевое оборудование и оказывающей услуги по передаче электрической энергии. Согласно [1], энергетическая эффективность – характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю. Однако в отношении электросетевой компании эффективность деятельности работы оценивается и другими факторами.

Основные критерии оценки эффективности передачи электроэнергии:

- надежность электроснабжения потребителей:
  - a. средняя длительность перерывов электроснабжения;
  - b. среднее время восстановления в случае отказа;
  - c. частота отключений.
- экономичность передачи электрической энергии (энергетическая эффективность):
  - d. уровень относительных потерь электроэнергии (отношение абсолютных потерь к отпуску в сеть).

Математические условия оценки эффективности передачи электроэнергии -:

$$T_{пер}(i) \rightarrow \min$$

$$T_{восст}(i) \rightarrow \min$$

$$v_{откл}(i) \rightarrow 0$$

$$\Delta W_{\%}(i) \rightarrow \Delta W_{н,\%}$$

где  $T_{пер}(i)$  – функция продолжительности перерывов электроснабжения за период  $i$ ,  $i \in [i_{н}, i_{к}]$ ;  $i_{н}$  – начало рассматриваемого периода,  $i_{к}$  – конец рассматриваемого периода;  $T_{восст}(i)$  – функция продолжительности восстановления электроснабжения в случае отказа за период  $i$ ;  $v_{откл}(i)$  – функция частоты отключений за рассматриваемый период  $i$ ;  $\Delta W_{\%}(i)$  – функция величины потерь (в %) электроэнергии за рассматриваемый период;  $\Delta W_{н,\%}$  – величина нормативных потерь электроэнергии в рассматриваемом электросетевом комплексе.

Наиболее результативным техническим решением повышения эффективности передачи электроэнергии является внедрение «умных» сетей, которые сегодня носят название Smart Grid. Технология SMART (Self Monitoring Analysis and

Reporting Technology) – технология самодиагностики, анализа и отчета – была создана для повышения надежности работы оборудования, возможности контролировать его на расстоянии. В русском варианте используется термин *активно-адаптивные сети*.

Активно-адаптивная сеть обладает следующими атрибутами:

- системы автоматизированного учета и информационные системы потребителей;
  - инфраструктура систем связи для энергообъектов;
  - системы мониторинга состояния и управления электротехническим оборудованием;
  - системы автоматизации для повышения надежности и безотказности электроснабжения;
  - системы управления данными.
- Smart Grid обеспечивает повышение эффективности работы энергосистемы в целом, в том числе:
- самовосстановление после сбоев электроснабжения;
  - возможность активного участия в работе сети потребителей;
  - снижение потерь электроэнергии во всех элементах сети;
  - требуемое качество передаваемой электроэнергии.

Одним из системных элементов активно-адаптивной сети является автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ). АИИС КУЭ – это комплекс аппаратных и программных средств, обеспечивающих дистанционный сбор, хранение и обработку информации об энергетических потоках в электросетях. Задача системы состоит в точном измерении количества потребленной или переданной энергии с учетом заданных параметров и тарифов, а также в автоматическом приведении технологических данных в удобную для анализа форму.

Экономический эффект от внедрения системы АИИС КУЭ заключается в постоянном точном измерении параметров поставки (потребления) энергоресурсов, контроле энергопотребления в заданных временных интервалах, сигнализации о выходе контролируемых величин из допустимого диапазона значений.

На данный момент автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии по большей части используются для измерения объемов переданной электрической энергии и мощности и взаиморасчетов предприятий энергетики и

крупной промышленности на оптовом рынке электроэнергии и мощности. В распределительных сетях низкого напряжения АИИС КУЭ мало распространены и существуют в основном в виде пилотных проектов.

Внедрение АИИС КУЭ в бытовом секторе позволяет:

- осуществлять контроль значений напряжения и мощности в точках поставки электрической энергии конечным потребителям;
- производить удаленный съем показаний приборов учета, что увеличивает точность, исключает такую составляющую коммерческих потерь электроэнергии, как неодновременность снятия показаний, снижает затраты сетевой компании на организацию визуального снятия показаний;
- свести к минимуму случаи возникновения разногласий с энергосбытовой организацией, поскольку верность предоставления данных по полезному отпуску электроэнергии посредством АИИС КУЭ не вызывает сомнений;
- исключить случаи непопадания контролера сетевой организации к потребителю вследствие нежелания или отсутствия последнего;
- контролировать величины потребления (передачи) электроэнергии и ее характеристики;
- представлять данные в графической форме, проводить анализ электропотребления и обнаруживать очаги потерь.

Представляет интерес применение подобных систем в качестве инструмента, используемого для снижения потерь электроэнергии. Рассмотрим подробнее некоторые случаи использования параметров, поступающих посредством АИИС КУЭ.

На величину напряжения на вводе потребителя оказывают негативное влияние следующие факторы: значительный износ электросетевых активов распределительных сетей 0,4..10 кВ (в

некоторых системах износ достигает 70-80%), протяженность фидеров 0,4 кВ (существуют фидеры до 2-3 км и выше), увеличение нагрузок потребителей бытового сектора. В результате напряжение на вводе у удаленных потребителей опускается ниже допустимого уровня. Для предотвращения подобной ситуации повышают напряжение центра питания, что приводит к недопустимо высоким значениям напряжения потребителей, присоединенных к сети в непосредственной близости к трансформаторной подстанции. Нередки случаи коллективных жалоб в сетевые организации на недопустимые значения напряжения. ГОСТ 13109-97 регламентирует значения отклонения напряжения в нормальном режиме  $\pm 5\%$  (для освещения – 2,5%) [2]. Таким образом, величина напряжения у потребителя должна находиться в пределах от 209 В до 231 В.

Посредством ежедневного контроля параметров электрической сети осуществляется автоматизированный контроль значений напряжения и сигнализация об их выходе за пределы допустимых отклонений.

На рис. 1 показаны интервальные значения напряжений по результатам контрольных замеров на распределительном устройстве 0,4 кВ, а также диапазон допустимых отклонений. Из графика видно, что значения напряжений на фазах В и С значительно выше регламентированных пределов. Также в вечернее время напряжение на фазе А снижается ниже допустимого. Следует проверить динамику электропотребления потребителями, присоединенными к фазе А. Если потребление электроэнергии в вечерние часы не увеличилось, то, вероятно, имеется случай несанкционированного подключения.

В случае систематического снижения напряжения ниже пороговых значений следует проводить более тщательный анализ и принимать реше-

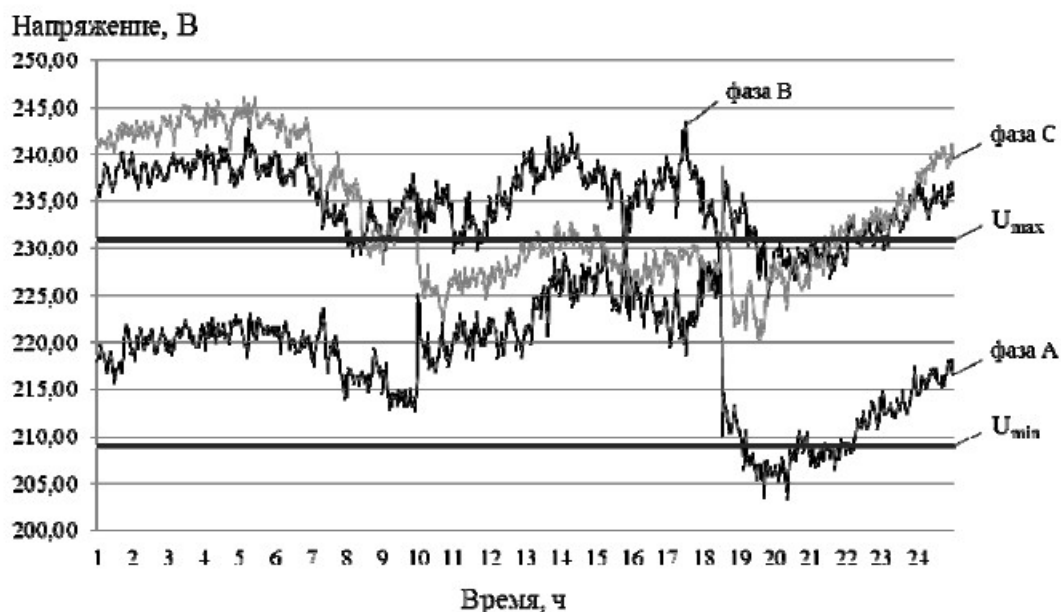


Рис. 1. Экспериментальный график изменения напряжения

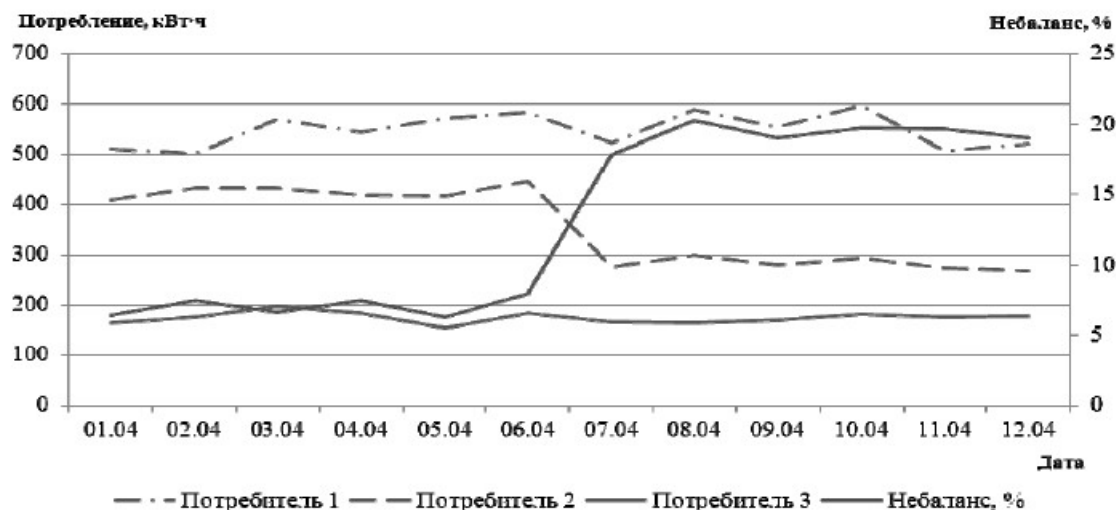


Рис. 2. Динамика потребления электроэнергии и небаланс по ТП

ние об устранении сложившейся ситуации путем перераспределения нагрузки по фазам, проведения реконструкции сети, замены трансформаторов, переключения части распределительной сети к другому центру питания и т.д.

Аналогично осуществляется контроль над значениями потребляемой мощности. Максимальная величина потребляемой мощности указывается в технических условиях (для физических лиц – 15 кВт [3]). Превышение порогового значения можно рассматривать как несоблюдение условий договора технологического присоединения, и требуется изменение его условий и дополнительных финансовых затрат для потребителя. В то же время для сетевой компании это источник финансирования работ по реконструкции сети.

Система АИИС КУЭ позволяет в реальном времени контролировать величину потерь электроэнергии на участке сети (небаланс). Резкое изменение динамики потребления отдельно взятым потребителем одновременно с возникновением небаланса в одно и то же время может указывать

на случай безучетного потребления.

В качестве примера рассмотрим рис. 2. С 7.04 происходит рост небаланса по фидеру 0,4 кВ, и одновременно заметно снижение потребления электроэнергии Потребителем 2. Следовательно, возможно предположение о неверной работе приборов учета у Потребителя 2, либо о несанкционированном потреблении. Оперативное отслеживание изменения динамики потребления позволяет своевременно выявить и устранить очаги потерь.

Однако следует учитывать, что внедрение АИИС КУЭ требует больших капиталовложений, и с учетом низкого тарифа на услуги по передаче электроэнергии для категории потребителей "население", а также невысоких величин полезного отпуска электроэнергии, установка таких систем экономически невыгодна. Требуется технико-экономическое обоснование для внедрения систем АИИС КУЭ бытового сектора в районах с высоким потреблением электроэнергии (современные коттеджные поселки, районы с преимущественно электрокотловым отоплением и т.п.).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ"
2. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
3. Правила технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям. Утверждены Постановлением Правительства РФ от 27 декабря 2004 г. №861

□ Авторы: статьи

Ефременко  
Владимир Михайлович,  
канд. техн. наук, с. н. с., зав. каф.  
электроснабжения горных и про-  
мышленных предприятий КузГТУ  
E-mail: [evm-47@mail.ru](mailto:evm-47@mail.ru)

Храмцов  
Роман Анатольевич,  
канд. техн. наук, доц. каф. элект-  
роснабжения горных и промыш-  
ленных предприятий КузГТУ.  
E-mail: [r.khramtsov@mail.ru](mailto:r.khramtsov@mail.ru)

Наумкин  
Роман Борисович,  
аспирант каф. электроснабжения  
горных и промышленных  
предприятий КузГТУ.  
E-mail: [r-naumkin@rambler.ru](mailto:r-naumkin@rambler.ru)