

УДК 621.3

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С КОНТРОЛЕМ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Дорофейчик Д.С.

Научный руководитель – ст. преп. Колосова И.В.

Переход на рыночные механизмы функционирования электроэнергетики обусловил кардинальное изменение отношения к организации учета электроэнергии. Электроэнергия стала дорогим товаром. В связи с чем возрос интерес к автоматизированным системам контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) как со стороны энергоснабжающих организаций, так и со стороны потребителей. Любая АСКУЭ состоит из комплекса технических средств нового поколения, который имеет универсальные показатели назначения, что обеспечивает решение проблемы автоматизации учета электрической энергии и мощности различных потребителей. АСКУЭ представляет собой комплекс контрольно-измерительной аппаратуры, коммуникаций связи (сетей передачи данных), ЭВМ и программного обеспечения (ПО).

Основной задачей автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии является точное измерение количества потребленной и переданной энергии и мощности, обеспечения возможности хранения этих измерений и доступа к этим данным при производстве расчетов с поставщиком или потребителем.

Общая организация системы показана на рисунке 1 и функциональная структура на рисунке 2.

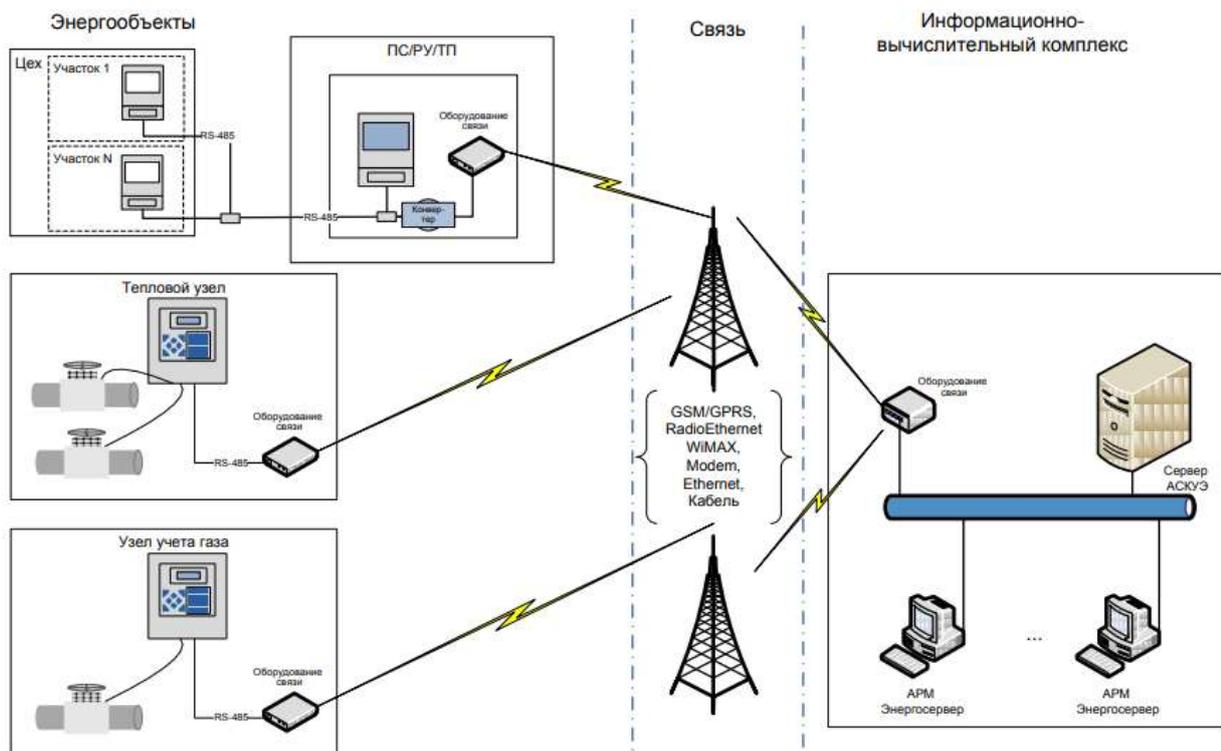


Рисунок 1 - Структурная схема АСКУЭ

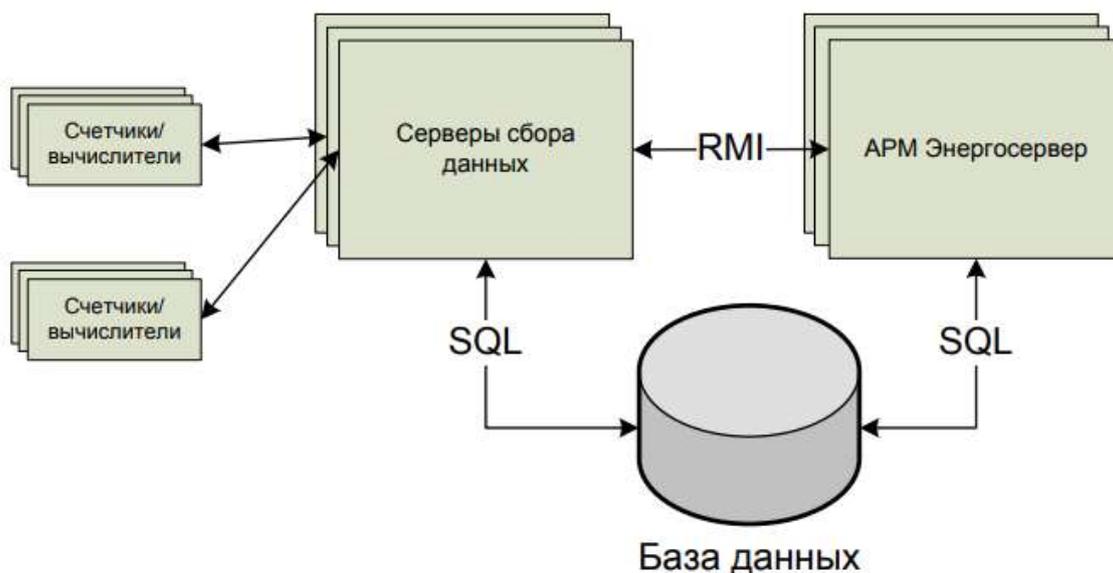


Рисунок 2 - Функциональная структура

АРМ – автоматизированное рабочее место;

SQL – язык программирования, применяемый для создания, модификации и управления данными в базе данных, управляемой соответствующей системой управления базами данных;

RMI – механизм, который позволяет вызывать метод удалённого объекта.

Важным элементов АСКУЭ является счетчики. От точности микропроцессорного счетчика зависит успех всей цифровой системы. Можно сказать, что это практически компьютер, который снимает показания на точке учета. В настоящий момент существует множество видов счетчиков, которые можно условно разделить по трём критериям: по классу точности; по функциональным возможностям; по количеству цифровых входов/выходов и интерфейсов.

По классу точности бывают 0,2S, 0,5S, 1,0. Для коммерческого учета, как правило, применяют обмотки с классами точности 0,5S и 0,2S. Буква “S” обозначает, что трансформатор тока проверяется по пяти точкам от 1 % до 120 % (1–5–20–100–120) от номинального тока, для их изготовления используют аморфные сплавы. Обмотки классов точности 1, 0,5, 0,2 проверяются лишь в четырех точках: 5–20–100–120 % от номинального тока. Счетчики так же различают по функциональным возможностям. Почти все цифровые счетчики в своей максимальной конфигурации сегодня могут учитывать по тарифам активную и реактивную энергию и мощность в двух направлениях, фиксировать максимальную мощность нагрузки на заданном интервале времени, хранить измеренные данные в своей памяти до года, измерять некоторые параметры качества электроэнергии (напряжение, ток, частоту, углы сдвига фаз, провалы напряжения и т. д.).

Современные счетчики осуществляют передачу уже готовых данных в киловатт-часах во время установленной с ними связи. Если по каким-то причинам связь не была установлена, то вся информация в течение нескольких месяцев собирается и хранится в памяти счетчика. При передаче данных

компьютер обменивается со счетчиком специальными командами, которые подтверждают правильность переданной и принятой информации, поэтому гарантируется точность и сохранность всех данных. Какой цифровой интерфейс будет иметь счетчик, зависит в основном от конфигурации системы и определяется поставщиком на этапе проектирования.

Специальные анализаторы для регистрации показателей качества электроэнергии (ПКЭ) не получили широкого распространения из-за высокой стоимости. И на рынке появилась более дешевая альтернатива – использовать электрические счетчики, производитель которых заявил о возможности регистрировать отклонения по качеству от ГОСТовских значений. Такие счетчики выпускаются многими производителями, приведем некоторые из них в таблице 1:

Таблица 1

Производитель	Марки счетчиков с регистрацией показателей качества
Инкотекс (РФ)	Счетчики Меркурий 234 с индексом P и счетчики Меркурий 230 и 236 с индексом Q
Концерн Энергомера, (РФ,РБ, Украина и др.)	Счетчики СЕ-308 с индексом U
Завод им. Фрунзе, РФ	Счетчики СЭТ-4ТМ и ПСЧ-4ТМ

В характеристиках всех этих приборов заявлено, что они способны фиксировать и сохранять в своих журналах отклонения по качеству электроэнергии.

Безусловно, в отличие от профессиональных анализаторов качества, такие счетчики обеспечивают контроль малого набора показателей, но при этом обладают и рядом преимуществ:

- являются доступными по стоимости;
- обеспечивают постоянную регистрацию показателей качества;
- допущены как средство измерения и опломбированы электросетевой компанией.

Последнее преимущество дает возможность в спорных ситуациях, доказывать, что измерения проведены исправным и сертифицированным прибором. Электросетевая организация не станет регистрировать установленный любой другой прибор, если это не расчетный электросчетчик.

Современные счетчики. Например, функционал электросчетчика Меркурий 234 ART-0X P может регистрировать в своем журнале:

- нормально-допустимые и предельно-допустимые значения отклонения напряжения по каждой из фаз;
- нормально-допустимые и предельно-допустимые значения отклонения частоты сети переменного тока.

Собранные со счетчика показатели можно визуализировать, чтобы увидеть дни, когда электроэнергия поставлялась некачественной. На рисунке 3 можно увидеть собранные данные одного из таких счетчиков:

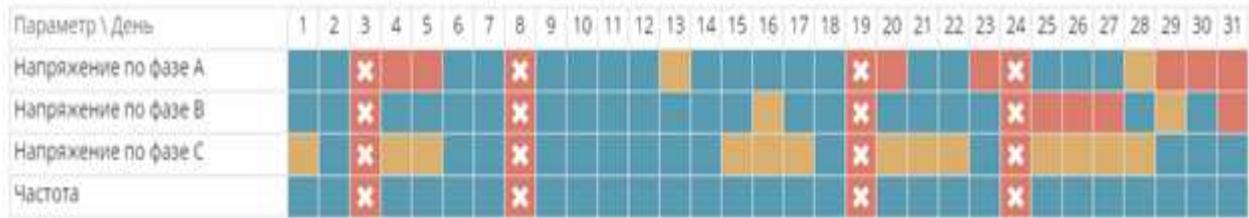


Рисунок 3. Диаграмма за месяц с нарушениями показателей качества: желтая ячейка – в этот день были выходы за нормально-допустимые значения по качеству; красная ячейка – за предельно-допустимые значения; красная с белым крестиком – были зафиксированы перебои в электроснабжении

Зафиксированные счетчиком нарушения можно свести в акт и направить поставщику электроэнергии с требованиями компенсации убытков или устранения причин плохого качества электроэнергии.

Есть еще одна возможность оценки качества электроснабжения обычными электросчетчиками – измерения уровня напряжения и частоты в сети. Большинство цифровых электросчетчиков могут фиксировать мгновенных значениях с параметрами потребления (напряжения, токи, мощности, углы сдвига, косинус фи, частота). Но время обработки запросов на получение таких данных - продолжительное, поэтому счетчики не могут обеспечить возможность вести постоянный мониторинг с получением данных чаще, чем раз в минуту. Информация о параметрах потребления между запросами теряется, так что краткосрочные выходы за допустимые пределы по напряжению и частоте могут остаться незамеченными. Однако в течение длительного интервала времени возможно получить приближенную картину по фактическим уровням напряжения и частоты (рисунок 4).

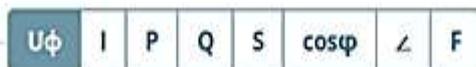
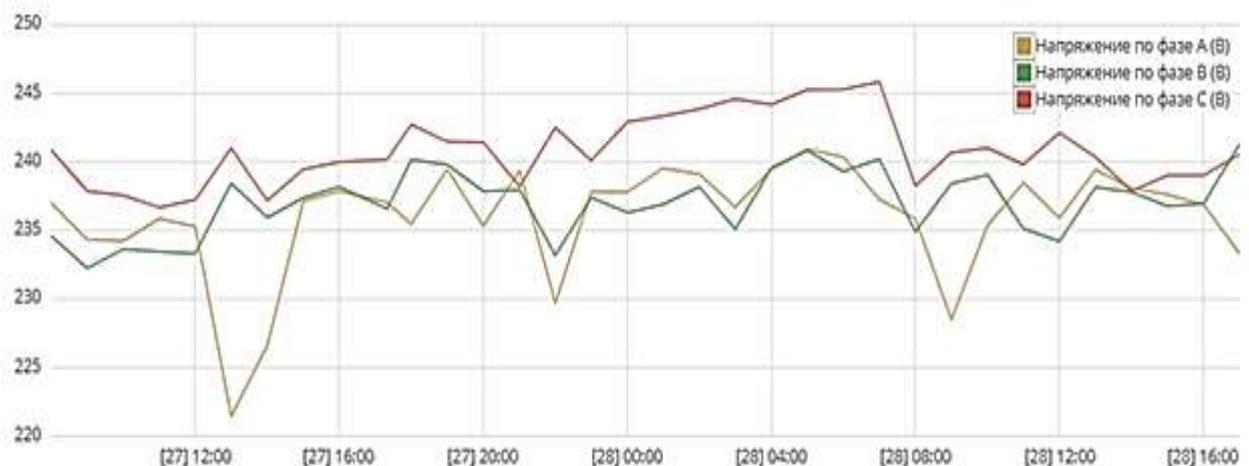


Рисунок 4. График уровня напряжения

Мгновенные значения, полученные со счетчика, не сохраняются в журнале прибора учета в отличие от событий по нарушению показателей качества.

Еще одним немаловажным параметром при оценке качества электроснабжения является частота отключений и продолжительность перерывов в электроснабжении.

В журнале электросчетчика фиксируются все отключения от электросети. Поэтому можно воспользоваться накопленной счетчиком информацией и обратиться к поставщику электроэнергии с требованием возмещения убытков от простоя в случае, если общая продолжительность отключений превысила допустимые значения. Журнал счетчика выглядит следующим образом (рисунок 5):

Журнал включения/выключения счетчика		
Время выключения	Время включения Старые записи	Период отключения
26.08.2019 10:26:36	26.08.2019 15:04:48	4 часа 38 мин.
19.04.2019 14:09:41	19.04.2019 14:09:44	3 сек.
08.02.2019 11:39:40	08.02.2019 14:11:57	2 часа 32 мин.
08.02.2019 11:39:21	08.02.2019 11:39:32	11 сек.
04.02.2019 18:24:10	04.02.2019 19:03:31	39 мин. 21 сек.

Элементы 1—5 из 45.

« ‹ 1 2 3 4 5 › »

Рисунок 5. Журнал показаний счетчика

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод: электросчетчик в первую очередь предназначен для учета объема потребленной электроэнергии, а в части фиксации нарушений показателей качества обладает множеством ограничений, и уступает профессиональным анализаторам. Тем не менее, счетчики обеспечивают минимально-необходимый функционал, дающий общее представление о качестве электроснабжения, так как фиксируют наиболее часто встречающиеся случаи нарушения. Потребитель, который не ставит своей целью постоянно контролировать все показатели качества, может ограничиться установкой электросчетчиков, фиксирующих минимальный набор показателей качества. Тогда в случае причинения ему ущерба, он сможет воспользоваться накопленной в журналах прибора учета информацией, чтобы заявить о претензии энергоснабжающей организации и потребовать возмещения убытков.

Перечислим общие преимущества и актуальность выбранной системы.

Внедрение современной системы позволит:

- Сократить суммарные годовые затраты за потребляемую электроэнергию и максимальную мощность предприятия.

- Повысить точность учета электроэнергии. Показания новых цифровых счетчиков класса 0,2S или даже 0,5S будут существенно расходиться по сравнению со старыми индукционными счетчиками. Точно сводить

энергобалансы, сократить коммерческие потери и выявить места хищения электроэнергии.

- Снизить потребляемую мощность на предприятии в часы пиковых нагрузок энергосистемы. Система покажет, где и когда можно отключить в холостую работающие двигатели или просто устроить перерыв.

- Защититься от штрафов. Не превышать заявленную мощность в часы максимальных нагрузок энергосистемы.

- Перейти на расчет за электроэнергию с энергосистемой по дифференцированным тарифам, так как электроэнергия ночью стоит значительно дешевле.

- Контролировать качество электроэнергии

- Автоматизировать сбор и обработку данных (почасовой интервальный учет). Формировать отчеты о почасовых объемах потребления электроэнергии, а также о потреблении электроэнергии (мощности) за сутки, отчетный период и накопительно с начала года, выдача отчетной информации в макетированной и других заданных формах. Отдел главного энергетика (ОГЭ), сможет получать всю информацию со счетчиков на ПЭВМ. А уже ПЭВМ будет печатать все отчеты в требуемой форме, строить графики нагрузки и т.п. Исключаются погрешности при записи данных со счетчиков персоналом предприятия (человеческий фактор).

- Оптимизация заявленной мощности. Имея данные по нагрузке потребляемой мощности за предыдущий период (сутки, неделя, месяц, год) можно оптимизировать заявленную мощность на последующий период, что позволит предприятию платить по факту величины потребления.

- Управлять электропотреблением на основе прогрессивных удельных норм. Рациональное планирование времени работы цехов и подразделений. Обеспечение оперативного контроля и управления потреблением энергоносителей в течение суток. Усиление дисциплины использования энергоносителей подразделениями. Адресное и циркулярное оповещение персонала о различных событиях в системе - отказах, превышениях лимитов и т. п.

- Эффективно заниматься энергосбережением. Точно подсчитать и доказать, какую экономию будут приносить те или иные мероприятия. Таким образом оправдать покупку нового энергосберегающего оборудования. Определить энергозатраты на конкретные технологические процессы. Совместно с техотделом изменить технологию, еще более снизить потребление электроэнергии и, следовательно, оплату за нее.

Как было сказано ранее, АСКУЭ позволяет также контролировать качество электрической энергии. Актуальность решения задачи контроля качества и учета количества электроэнергии обусловлена несколькими аспектами:

Во-первых, существующая методика учета перетоков электроэнергии, основанная на периодических измерениях (в течение 0,5 часа) и статистической обработке результатов измерений, не может обеспечить достоверности данных о действительных режимах в системе электроснабжения.

Во-вторых, высоковольтные электрофизические установки, которые эксплуатируются в настоящее время и призваны решать задачу учета количества и контроля качества электроэнергии, зачастую не обеспечивают требуемой точности измерений.

В-третьих, существуют юридические причины, вынуждающие участников рынка электроэнергии поддерживать ее качество. Так как потребитель вправе отказаться от оплаты уже потребленной некачественной энергии.

При этом сложность решения поставленной задачи обусловлена тем, что электроэнергия, как товар, помимо требований к качеству, обладает особенностью: ее производство и потребление являются неразделимыми во времени процессами, т.е. электроэнергию нельзя хранить и запасать (в больших количествах). В связи с этим, принимая во внимание интегральный характер ПКЭ и факт, что качество электроэнергии на месте производства не гарантирует ее качества в точке присоединения потребителя, необходимо чтобы измерения количества передаваемой электроэнергии и контроль ее качества проводились синхронно во всех контрольных точках энергосистемы одновременно.

Таким образом, для существующей методики измерений это означает совпадение во времени моментов начала и окончания измерений, что на практике не реализуется из-за влияния человеческого фактора. Кроме того, электрооборудование, включенное в сеть, влияет на качество электроэнергии, а оно, в свою очередь, может сказываться на функционировании потребителей электроэнергии. Так, например, известно, что перекос фаз негативно влияет на работу электродвигателей, а пульсации напряжения, вызывающие частое мерцание источников искусственного освещения, отрицательно сказываются на работоспособности человека. Примером влияния потребителя (нагрузки) на ПКЭ служат несимметричные нагрузки и мощные промышленные преобразователи напряжения, построенные по принципу импульсных источников питания, которые искажают форму тока. Таким образом, с позиций коммерческого учета также важно знать «виновную» в ухудшении качества электроэнергии сторону.

Таким образом, можно сделать вывод, что современные системы учета и контроля электроэнергии (АСКУЭ) с контролем качества электроэнергии будут использоваться как при постепенной модернизации существующих производств, так и на этапе проектирования и постройки новых промышленных объектов, позволяя получить полную картину энергопотребления и распределения энергоресурсов, создавая инвестиционную привлекательность предприятия и предоставляя возможность решить весь комплекс задач по оптимизации энергоснабжения объектов.

Литература

1. Научный журнал «Молодой Ученый» [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://moluch.ru/archive/125/34876/>. – Дата доступа: 04.12.2019.

2. яЭнергетик [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://yaenergetik.ru/blog/kak-s-pomoshchyu-obychnogo-schetchika-kontrolirovat-kachestvo-elektroenergii/>. – Дата доступа: 04.12.2019.
3. Сайт производителя «Энергомера» [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.energomera.ru/ru/products/askue/about> . – Дата доступа: 04.12.2019.
4. disserCat — электронная библиотека диссертаций[Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.dissercat.com/content/sistema-avtomaticheskogo-kontrolya-kachestva-i-ucheta-kolichestva-elektroenergii> . – Дата доступа: 04.12.2019.