

УДК 621.316.1

МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 380 В

А.М. Ершов

Рассмотрены методы передачи информации в электрических сетях, используемые в системах релейной защиты, автоматики, учета электрической энергии и др. Проанализированы их возможности и недостатки. Приводится описание использования GSM-технологии при построении системы защиты электрической сети напряжением 380 В при обрывах фазных и нулевого проводов.

Ключевые слова: электрические сети; передача информации; релейная защита и автоматика.

Системы управления и мониторинга в электрических сетях разного уровня напряжений становятся все более интеллектуальными и разветвленными, требуя все большую пропускную способность различного рода каналов связи. В последнее время широкое распространение получают новые виды информационного обмена, основанные на проводных и беспроводных технологиях.

Передача информации на базе PLC-технологий. Неизменный интерес к средствам передачи информации по промышленным и бытовым электросетям обусловлен, прежде всего, возрастающей потребностью в сравнительно недорогих средствах связи массового применения. Идея передачи данных по электрической сети появилась еще в 1930-х гг. Первые системы передачи данных по линиям электросети, так называемые PLC-системы (Power Line Communication), появились более 70 лет назад. В основном они использовались для сигнализации в энергосистемах и на железных дорогах и имели очень низкую скорость передачи данных [6].

Современные достижения PLC-технологии обусловлены появлением соответствующей элементной базы, в том числе, сигнальных процессоров, с использованием которых были реализованы сложные способы модуляции сигнала, что и позволило, в конечном счете, увеличить достоверность передачи информации.

Электрические сети подразделяются на три класса: высоковольтные (100 кВ и более), линии среднего напряжения (4–50 кВ) и низковольтные (до 1 кВ). Структура сетей энергоснабжения и области применения PLC-технологии приведены на рис. 1.

Электрическая сеть – идеальная среда передачи управляющих сигналов между бытовыми приборами, работающими от сети 380 В [8]. Встроенные в различные приборы специализированные микросхемы могут обеспечить возможность приема/передачи данных через электросеть, а также обмен

данными через интернет. PLC-технология находит применение средствах учета потребления электроэнергии, воды, газа, тепла; системах охранной и пожарной сигнализации в дачных поселках, гаражных кооперативах; в системах жизнеобеспечения зданий (лифтах, системах кондиционирования и вентиляции и т.д.) и т.д. Фактически информационную сеть можно развернуть на любом участке, где уже имеются линии электропитания [7].

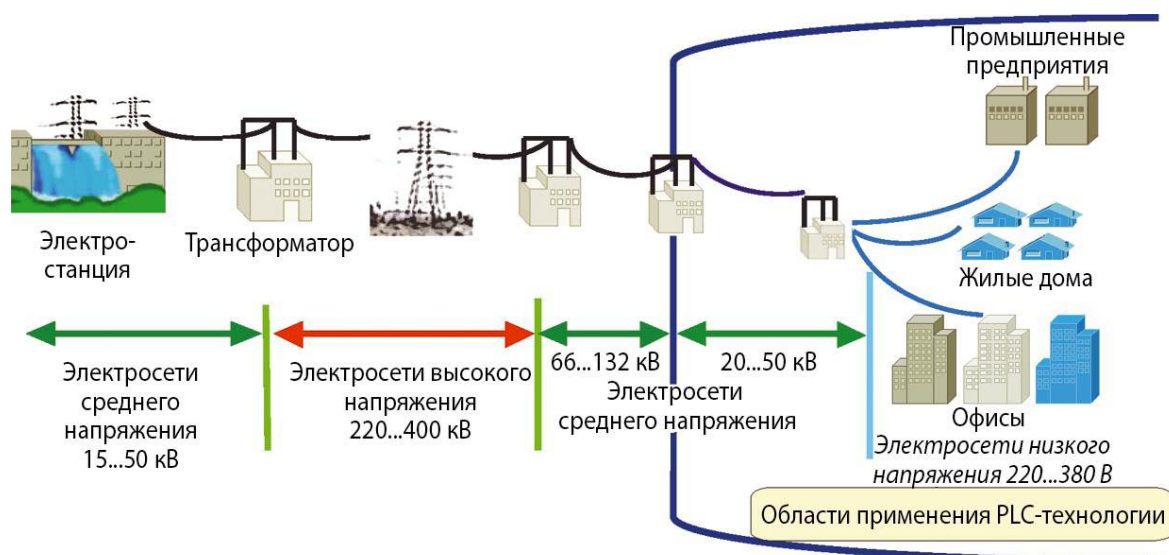


Рис. 1. Структура сетей электропередачи и области применения PLC-технологии

В России использование PLC-технологий при построении АИИС КУЭ особенно актуально и перспективно – ведь именно в нашей стране самая высокая в мире протяженность низковольтных линий электропитания. PLC-связь (или связь по низковольтной сети) осуществляется непосредственно по сетевым проводам напряжением 380 В (рис. 2). Это своеобразная трасса для передачи данных от счетчика к пульту контролера [1, 3].

Передача информации на базе GSM-технологий. Global System for Mobile Communication (GSM) – глобальная система подвижной связи; европейский цифровой стандарт; диапазон частот 890–960 МГц и 1710–1880 МГц.

Первая система, состоящая из одного шестиканального передатчика, была создана в североамериканском городе Сент-Луисе еще в 1946 году. Активное же внедрение сотовой связи началось значительно позже – первые коммерческие системы появились в Америке в 1979 году, а приобрели национальный масштаб только в 1983 году. В Европе в 1981 году появилась первая международная система, объединившая Норвегию, Данию, Швецию и Финляндию. В качестве стандарта была принята цифровая система компании Mannesmann, внедренная в 1991 году в Германии. Сегодня стандарт GSM и его версии приняты к использованию приблизительно в 80 странах мира [1, 4, 5].

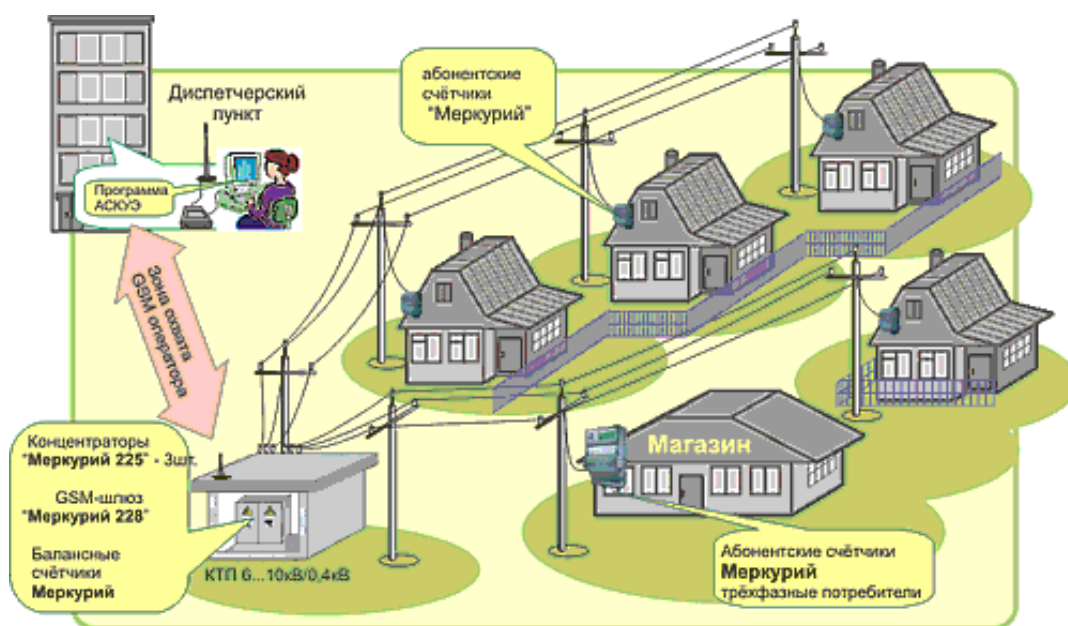


Рис. 2. Передача информации об отпуске электроэнергии в жилом массиве по воздушным линиям 380 В в трансформаторную подстанцию

Принцип построения сотовых систем вкратце состоит в следующем: в пределах территории действия сети устанавливается некоторое количество относительно маломощных стационарных приемо-передающих станций (базовых станций), каждая из которых имеет небольшую зону действия (обычно несколько километров). При этом зоны действия соседних станций несколько перекрывают друг друга, чтобы обеспечить возможность перемещения абонента из одной зоны в другую без потери связи. Чтобы такое перекрытие было возможным, соседние станции должны использовать различные рабочие частоты. Для полного покрытия определенной территории требуется как минимум три различные частоты, чтобы расположенные в виде треугольника станции могли иметь перекрытие зон обслуживания. Четвертая же станция может снова использовать одну из этих трех частот, так как она граничит только с двумя зонами. При таком подходе форма зоны действия каждой базовой станции представляет собой шестиугольник, а расположение этих зон в точности повторяет структуру пчелиных сот, что и дало название системам связи с подобным принципом построения.

На рис. 3 показано построение системы сбора и передачи информации об электропотреблении с использованием GSM-технологии [2]. На вводе жилых зданий абонентов устанавливаются микропроцессорные счетчики со встроенными GSM-модемами. При построении АСКУЭ многоквартирного дома данные счетчики устанавливаются в этажных (квартирных) щитах жилых зданий.

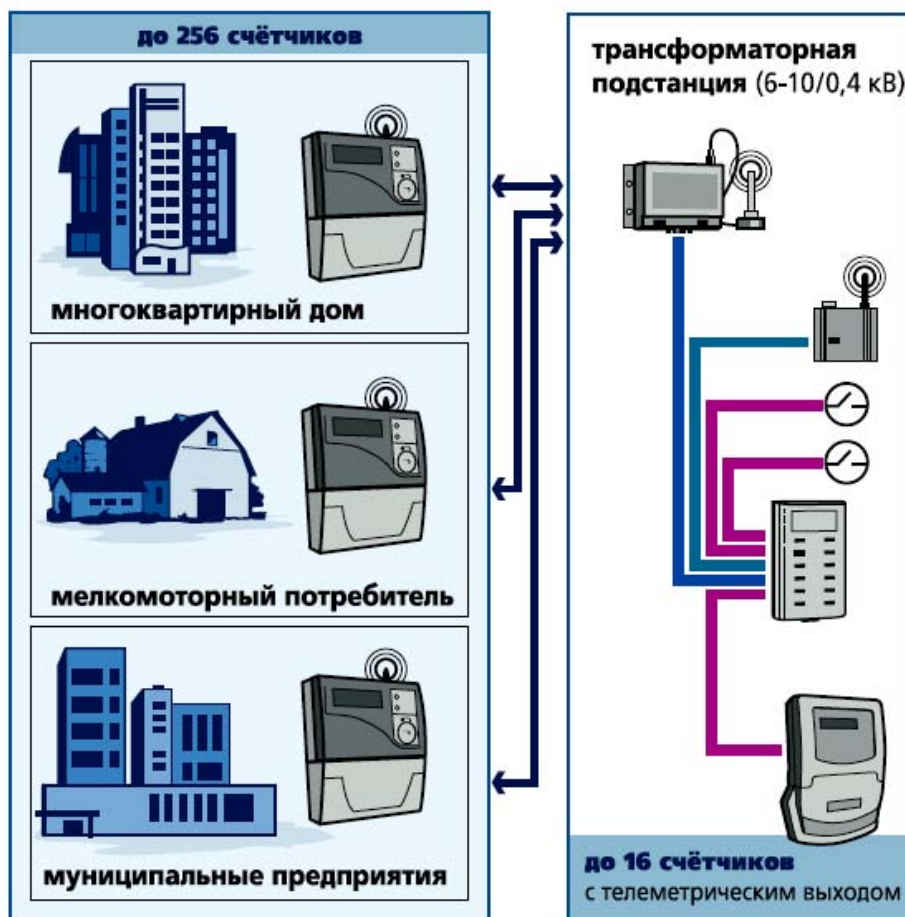


Рис. 3. Схема построения АСКУЭ потребителей с использованием GSM-технологии

Основой системы являются многофункциональные микропроцессорные счетчики, которые позволяют исключить из состава АСКУЭ дорогостоящие устройства сбора и передачи данных (УСПД), тем самым повысить надежность измерительного канала, поскольку вся учетная информация хранится в цифровом виде в приборах учета и по интерфейсным каналам транспортируется непосредственно в канал связи. В качестве интерфейса встроен модуль GSM, что позволяет уйти от различного навесного оборудования и снизить вероятность хищения элементов системы, а также вторжения в нее. На контролируемом объекте находятся только счетчики. В качестве канала связи могут быть использованы GSM-каналы ведущих операторов сотовой связи, располагаемых на территории применения АСКУЭ.

Из обзора методов передачи информации от микропроцессорных счетчиков электроэнергии до центров сбора и учета данных можно сделать следующие выводы:

1. Для передачи информации в электрических сетях напряжением 380 В наиболее приемлемыми являются два варианта, основанные на использовании PLC- и GSM-технологий.

2. Передача информации по двум проводам воздушной линии с использованием PLC-технологий, с одной стороны, для эксплуатирующей организации экономически выгодна, т.к. на саму передачу информации (или команды) не требуется дополнительных средств. Но, с другой стороны, обрыв одного из передающих проводов будет приводить к принципиальной невозможности работы системы защиты от обрывов фазных и нулевого проводов воздушной линии.

3. Передача информации по GSM-каналу, несмотря на дополнительные затраты на приобретение средств связи, отличается простотой технического решения. Кроме того, принципиально не должны тратиться средства на саму процедуру передачи команды отключающего сигнала.

В связи с изложенным, принято решение о применении в системе защиты ВЛ-380 В от обрывов фазных и нулевого проводов канала связи с использованием GSM-технологии. Покажем возможность использования трехфазных микропроцессорных счетчиков электрической энергии для выявления обрывов фазных и нулевого проводов четырехпроводной воздушной линии электрической сети напряжением 380 В и передачи команды отключающего сигнала от микропроцессорного счетчика в трансформаторную подстанцию на коммутационный аппарат, установленный в начале воздушной линии, для отключения воздушной линии с повреждением.

На рис. 4 показан вариант построения системы защиты, построенный с использованием микропроцессорных счетчиков и передачи команды отключающего сигнала в трансформаторную подстанцию по GSM-каналу. Здесь показаны: трансформаторная подстанция напряжением 10/0,4 кВ с силовым трансформатором Т, от которой по четырехпроводной воздушной линии ВЛ-380 В питаются потребители электрической энергии; линия подключена к трансформаторной подстанции с помощью автоматического выключателя QF2; перед потребителями в зависимости от их мощности могут устанавливаться трехфазные или однофазные счетчики электрической энергии (в рассматриваемом случае показан только трехфазный счетчик); передача команды отключающего сигнала организована через сотового оператора телефонной связи GSM, для чего непосредственно в самом счетчике имеется GSM-модем, а в трансформаторной подстанции установлен приемный GSM-ключ; команда отключающего сигнала, принимаемая GSM-ключом, подается на блок отключения выключателя БОВ, который подавая напряжение на катушку управления независимого расцепителя НР, обеспечивает отключение автоматического выключателя QF2.

Микропроцессорный счетчик электрической энергии устанавливается на конечных участках ВЛ на вводе потребителя. При обрывах фазных и нулевого проводов формируется команда «сигнал отключения», которая по GSM-каналу передается на трансформаторную подстанцию, где с помощью блока отключения БОВ и автоматического выключателя QF2 должно обеспечиваться отключение поврежденной воздушной линии.

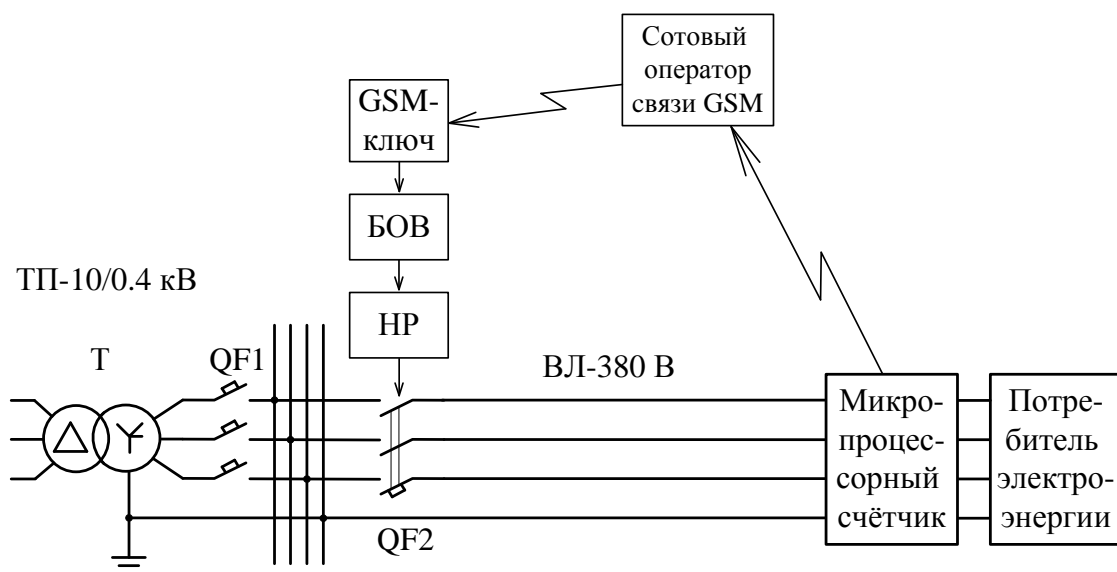


Рис. 4. Функциональная схема системы защиты от обрывов фазных и нулевого проводов

На рис. 5 приведена схема формирования, отправки и передачи команды отключающего сигнала, которая содержит последовательно соединенные блок преобразования логического сигнала в телефонный звонок и GSM-телефон, входящие в состав микропроцессорного счетчика, сотовый оператор связи GSM и блок отключения автоматического выключателя QF2, находящегося в трансформаторной подстанции.

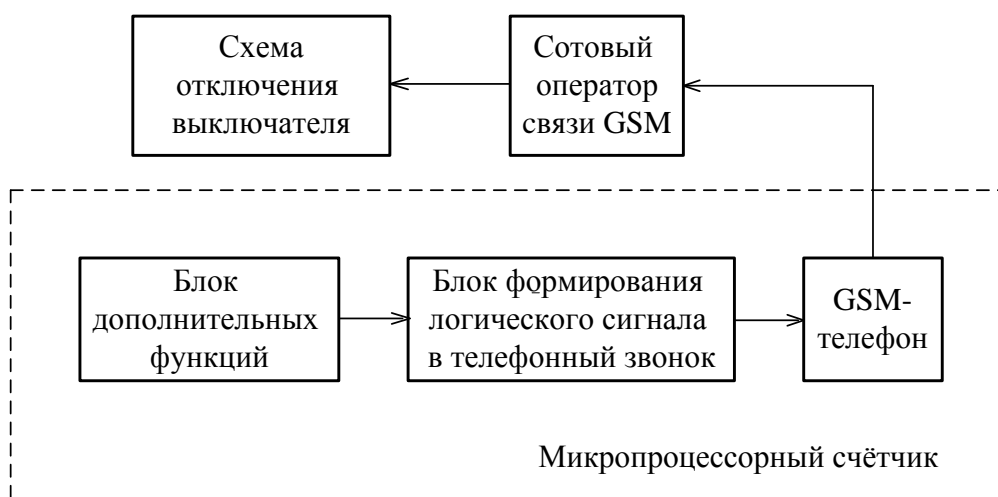


Рис. 5. Схема формирования, отправки и передачи команды отключающего сигнала

Схема работает следующим образом. При возникновении аварийного режима работы электрической сети, когда на выходе блока дополнительных функций появляется логическая единица, следующий блок преобразует логический сигнал в телефонный звонок (команду отключающего сиг-

нала), а GSM-телефон обеспечивает дозвон через сотовый оператор связи GSM (канал связи) до схемы отключения автоматического выключателя QF2.

Схема отключения автоматического выключателя QF2 приведена на рис. 6. Здесь обозначено: GSM-ключ – модуль дистанционного управления, например, типа RC-101 по сети GSM; БОВ – блок отключения выключателя; V2 – симистор; QF2 – автоматический выключатель, в состав которого входят силовые контакты, вспомогательные контакты (1–4–2) и независимый расцепитель NX.

Модуль дистанционного управления типа RC-101 по сети GSM с помощью сотового телефона позволяет дистанционно включать и отключать электронную или электрическую аппаратуру и оборудование. При этом соединения между сотовым телефоном и модулем управления не происходит, переключение режимов (включение / выключение) происходит на стадии вызова. Соответственно GSM трафик не расходуется. После исполнения команды модуль дистанционного управления автоматически сбрасывает вызов.

Блок отключения БОВ предназначен для организации подачи напряжения на независимый расцепитель НР, который воздействуя на механизм расцепления автоматического выключателя QF2, размыкает его силовые контакты. Для подачи фазного напряжения ($U_{\phi} = 220 \text{ В}$) на независимый расцепитель НР используется полупроводниковый ключ, выполненный в виде симистора V2, управляемого блоком отключения выключателя БОВ.

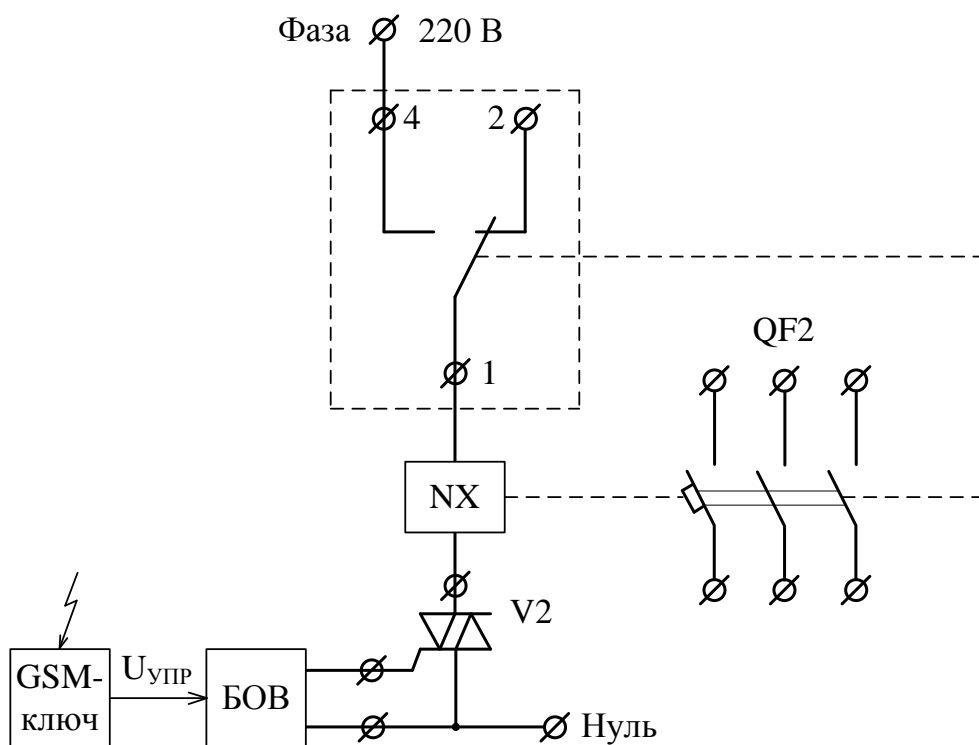


Рис. 6. Схема отключения автоматического выключателя QF2

При срабатывании GSM-ключа (модуля RC-101) на его выходе появляется напряжение $U_{УПР}$, которое открывает симистор V2. При этом на независимый расцепитель НР подается фазное напряжение $U_{\phi} = 220$ В. Расцепитель НР, воздействуя на механизм расцепления автоматического выключателя QF2, размыкает его силовые контакты.

Заключение

Разработана организация передачи команды отключающего сигнала с использованием GSM-технологии от микропроцессорного счетчика до автоматического выключателя, устанавливаемого в начале воздушной линии (в трансформаторной подстанции) для ее отключения в случаях возникновения обрывов фазных и нулевого проводов.

Библиографический список

1. Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета потребления энергоносителей АИИС «Меркурий-ЭНЕРГОУЧЕТ». – М.: ООО «НПК «ИНКОТЕКС». – 2014. – 9 с.
2. АИИС КУЭ PLC. – Ставрополь: ЗАО «Электротехнические заводы «Энергомера», 2012. – 8 с.
3. АСКУЭ. Комплекс технических и программных средств «Энергомера» / Прозрачные решения. – Ставрополь: ЗАО «Электротехнические заводы «Энергомера», 2012. – 8 с.
4. Новиков, В.В. Интеллектуальные измерения на службе энергосбережения / В.В. Новиков // Энергоэксперт. – 2011. – № 3.
5. Осик, Л.К. Smart metering – «интеллектуальный учет» электроэнергии / Л.К. Осик // Новости электротехники. – 2011. – № 5(71).
6. Охрименко, В. PLC-технологии. Часть 1 / В. Охрименко // Электронные компоненты. – 2009. – № 10. – С. 58–62.
7. PLC-технологии. Безграничный потенциал для управления сетями // Новости электротехники. – 2007. – № 5 (47).
8. Тубинис, В.В. АСКУЭ бытовых потребителей. Преимущества PLC-технологии связи / В.В. Тубинис // Новости электротехники. – 2005. – № 2 (32).

[К содержанию](#)