

УДК 621.315-759.8

**НОВЫЕ РЕШЕНИЯ В УЧЕТЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ***Ю. В. Абрамов, Н. С. Зитляева, Н. В. Индылова, Р. В. Кулькин*

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Приоритетным направлением энергосберегающей политики является эффективное использование энергоресурсов посредством своевременного обнаружения и устранения потерь электроэнергии. Электрическая сеть сегодня не соответствует быстрорастущему спросу на электроэнергию. Это способствует усовершенствованию методов учета электроэнергии на основе применения интеллектуальных счетчиков. Такая концепция сети повысит эффективность, безопасность и надежность электроснабжения потребителей с помощью автоматизированного управления и современных коммуникационных технологий, а также поможет решить проблему хищения.

**Ключевые слова:** коммерческие потери электроэнергии, хищение электроэнергии, прибор учета, умный счетчик, интеллектуальные сети, мощность нагрузки, энергоресурсы, каналы передачи данных, автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии, активная и реактивная электроэнергия.

**NEW SOLUTIONS IN ENERGY ACCOUNTING***Yu. V. Abramov, N. S. Zityaeva, N. V. Indylova, R. V. Kulkin*

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The priority direction in the energy saving policy is the efficient use of energy resources, as a result of timely detection and elimination of power losses. The electric grid today does not meet the rapidly growing demand for electricity, which contributes to the creation of smart grids with improved methods of electricity metering based on the use of smart meters. This network concept will increase the efficiency, safety and reliability of power supply to consumers using automated management and modern communication technologies and solve the problem of theft.

**Keywords:** commercial loss of electricity, electricity theft, metering device, smartmeter, intelligent networks, load capacity, energy resources, data transmission channels, automated information and measurement systems for commercial electricity metering, active and reactive electricity.

**Введение.** Приоритетным направлением в энергосберегающей политике нашей страны и мира в целом является эффективное использование энергоресурсов посредством своевременного обнаружения и устранения потерь электроэнергии. Более 1/3 энергоресурсов всего мира безвозвратно теряется или используется недостаточно эффективно. Чем больше величина потерь, тем выше тариф на электроэнергию, что негативно сказывается на расходах потребителя. При транспортировке электрической энергии от энергосетевой компании к потребителю в каждом элементе сети возникают фактические потери, которые включают в себя технологические и коммерческие потери.

Электричество является таким товаром, который можно продать, купить, украсть, растратить или присвоить. Ни на одном из этапов производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии нет возможности аккумулировать данный товар, что способствует хищению. Данный вид коммерческих потерь приносит наибольший убыток коммерческой деятельности энергосетевой организации. Они не регулируются тарифным соглашением и являются прямыми финансовыми потерями для электросетевых компаний. Комплексный подход организационных и (или) технических мероприятий по обнаружению, предотвращению и

устранению случаев хищения электроэнергии позволит одновременно решать общую задачу снижения коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях.

**Интеллектуальная электрическая сеть.** Электрическая сеть — это сеть генераторов, линий электропередачи, трансформаторов и распределительных/релейных систем, обеспечивающих своих потребителей (жилых, промышленных и коммерческих) необходимой энергией. Производство, передача и распределение энергии должны быть четко скоординированы. Сегодняшняя электрическая сеть стареет и не соответствует быстрорастущему спросу на электроэнергию в двадцать первом веке, что является предпосылкой создания интеллектуальной (умной) сети [1].

При производстве, передаче, распределении, потреблении электроэнергии все составляющие энергосети связаны друг с другом посредством двусторонней связи и потоков энергии для обеспечения взаимодействия между ними. Таким образом, потребители могут не только получать электроэнергию, но и поставлять избыточную мощность в сеть, используя интеллектуальные счетчики, которые позволяют контролировать и измерять эти двунаправленные потоки. Эта новая инфраструктура может потенциально генерировать множество альтернативных источников энергии и обеспечивать улучшенную балансировку нагрузки благодаря мгновенному обмену информацией о спросе на электроэнергию, что может помочь электростанциям согласовать свою мощность с потребностью при помощи информации, полученной из измерений, датчиков и мониторинга. Примером могут служить автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии (АИИСКУЭ). Организация и принцип работы умной сети представлены на рис. 1.

Данная концепция сети повысит эффективность, надежность, безопасность и надежность электроснабжения потребителей с помощью автоматизированного управления, современных коммуникационных технологий и решит проблему хищения.

Для реализации умных сетей важным направлением является усовершенствование методов учета электроэнергии на основе применения интеллектуальных счетчиков.

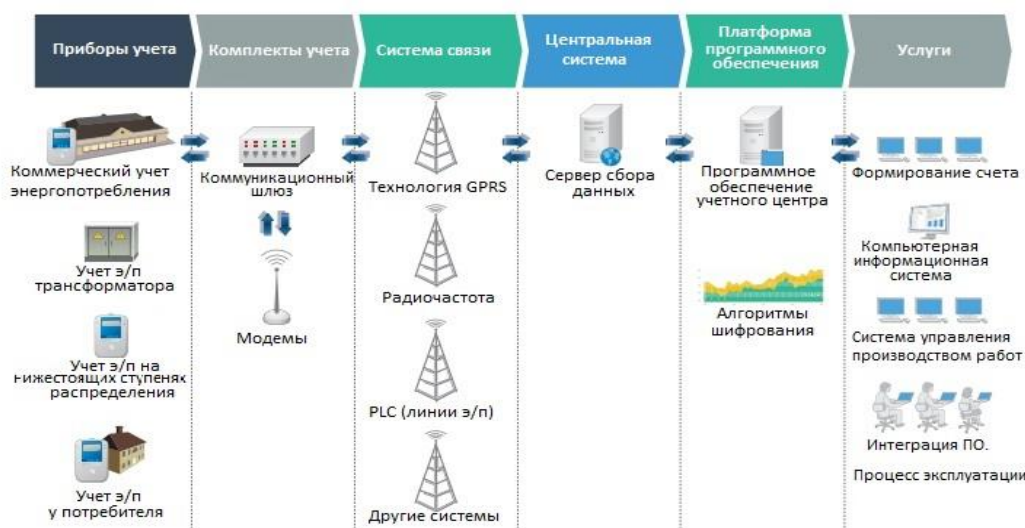


Рис. 1. Архитектура интеллектуальной сети

**Умный прибор учета электроэнергии.** Интеллектуальный счетчик — это усовершенствованный прибор учета электроэнергии, который, в отличие от обычного счетчика, поддерживает двустороннюю связь (рис. 2).



Рис. 2. Архитектурная модель обычного и интеллектуального приборов учета

Умный счетчик измеряет данные о расходе энергии потребителем, а затем передает информацию энергоснабжающим компаниям для выставления счета. Кроме того, интеллектуальные счетчики могут получать информацию о цене на электроэнергию и передавать её клиентам. Данное устройство устанавливается на уличной опоре, от которого провода идут к потребителю. То есть монтаж проводится таким образом, что любое подключение электроприборов через «левую» потайную проводку фиксируется высотным счетчиком.

Передача данных осуществляется при помощи проводных и беспроводных каналов передачи данных, использующих следующие технологии:

- технология GPRS: реализуется посредством сим-карты, является ненадежной, так как основывается на «добросовестности» оператора сотовой связи;
- радиочастоты или радиочастотные каналы связи; недостаток — ограничиваются радиусом действия;
- технология PLC: в качестве каналов передачи данных используются линии электропередач, недостаток — невысокая скорость передачи;
- технология Wi-Fi — наиболее надежная и удобная, характеризуется малым энергопотреблением.

Интеллектуальные счетчики должны реализовывать следующие функции:

- количественные измерения за короткие промежутки времени: мощность, величина нагрузки, активность, частота и другие показатели, характеризующие работу электрической сети;
- передача данных должна осуществляться по безопасным каналам связи, используя надежные методы шифрования, соответствующие общепринятым протоколам;
- долговременное хранение данных при отсутствии основного питания;
- временная синхронизация очень важна, так как совершается передача данные в центральные узлы для выставления счетов и анализа данных;
- возможность самодиагностики и защиты от всевозможных методов хищения, фиксирование моментов несанкционированного доступа, взлома, электромагнитного воздействия на прибор учета и сеть в целом;
- наличие удобного и прозрачного интерфейса у потребителя для отображения информации об использовании электроэнергии с целью оплаты счетов и возможности выбора тарифа;
- наличие функций включения и отключения потребителя или линии в целом.

Согласно Федеральному закону «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации» от 27.12.2018 № 522-ФЗ, введены единые требования к интеллектуальным приборам и системам учета электрической энергии. С 1 июля 2020 года потребитель освобождается от обязанности эксплуатировать прибор учета, информировать кого-

либо о выходе прибора учета из строя, устанавливать новый прибор учета. Энергосетевой организации необходимо самостоятельно произвести замену приборов учета, что требует больших материальных вложений. То есть для реализации концепции умных сетей прибор учета должен осуществлять все необходимые функции при минимальных затратах.

### Краткий обзор и принцип работы интеллектуального счетчика СЕ 208.1 С.1

Рассмотрим интеллектуальный счетчик СЕ 208.1 С.1, разработанный специалистами компании «Энергомера».

Состоит он из двух компонентов: измерительного блока, который устанавливают на опоре в антивандальных целях, и индикаторного устройства, который располагают в доступном месте для съема показаний расхода электроэнергии потребителем.

Внешний вид и схема подключения представлены на рис. 3, 4. Измерительный блок имеет скобы для крепления корпуса к несущему тросу кабеля. Индикаторное устройство имеет отверстия для крепления на стену

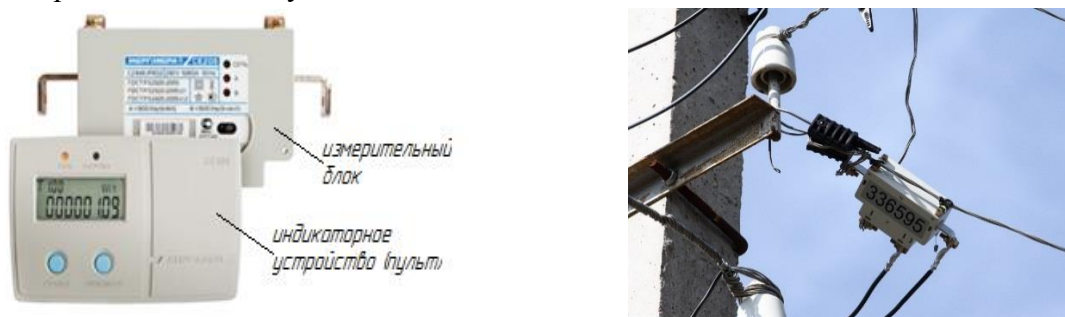


Рис. 3. Внешний вид СЕ 208.1 С.1

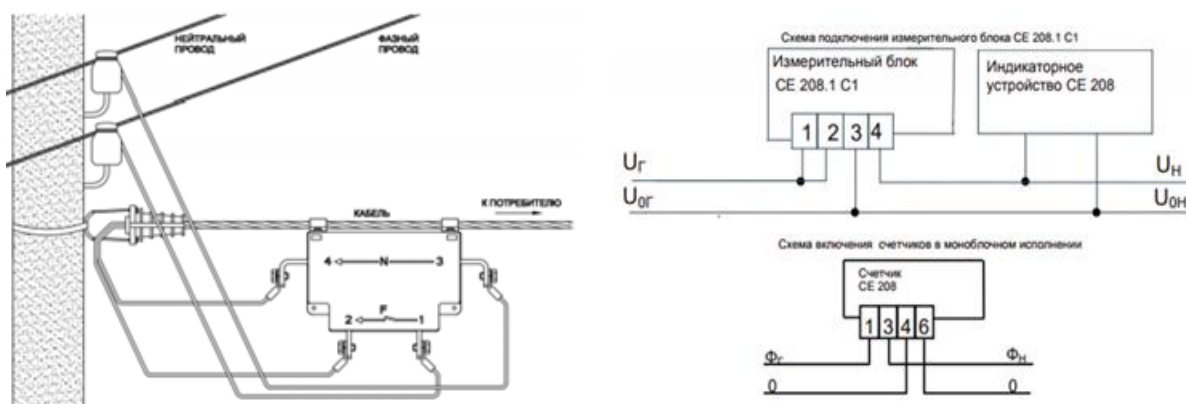


Рис. 4. Подключение измерительного блока СЕ 208.1 С.1

Данное устройство обладает важными функциональными особенностями:

- измерение активной и реактивной электроэнергии в прямом направлении;
- предоставление информация о потреблении электроэнергии за определенный промежуток времени, напряжении в сети на текущий момент времени, величине нагрузки в нулевом и фазном проводе, мощности нагрузки в сети;
- возможность работы по четырем тарифам электроэнергии;
- долгосрочное хранение данных (36 месяцев, без питания — 180 дней);
- встроенное реле управления нагрузкой на 80 А;
- контроль лимитов потребления с возможностью отключения встроенного реле при превышении;

- возможность как локального учета, так и работы в составе АИИСКУЭ;
- наличие радио и PLC-интерфейса.

Можно сделать вывод, что данный прибор обладает всеми необходимыми функциями интеллектуального прибора учета. Использование интеллектуальных счетчиков СЕ 208.1 С.1 в качестве сегментов умной сети позволит дистанционно осуществлять съем показаний потребления электроэнергии для их учета и автоматической обработки, видеть загрузку отдельных участков сети и оптимизировать ее работу, снижать по конкретным линиям пиковые нагрузки, а значит, предупреждать аварийные отключения электроэнергии.

**Заключение.** Для энергосетевых компаний и потребителей электроэнергии замена обычных приборов учета на интеллектуальные будет иметь ряд преимуществ:

- экономические: сокращение коммерческих потерь; управление тарифами электроэнергии; улучшение моделей потребления; улучшение платежной системы; сокращение общих затрат на считывание, эксплуатацию и обслуживание счетчика;

- социальные: отсутствие необходимости в съеме показаний сотрудниками компании; выбор подходящего для потребителя тарифа; поставка электроэнергии с лучшим качеством и надежностью; снижение затрат на электроэнергию за счет снижения эксплуатационных расходов; повышение точности и скорости выставления счетов за счет устранения человеческого фактора; обеспечение лучшего обслуживания клиентов;

- экологические: сокращение выбросов газов за счет снижения потерь в сети; сокращение потребления за счет «экономии» энергии.

Из-за многочисленных случаев хищения энергоснабжающие организации несут значительные убытки. Внедрение в энергосетевой организации интеллектуальных приборов учета позволит решить эту проблему дистанционно, простым нажатием мышки.

### Библиографический список

1. Инюцин, А. Ю. Энергоэффективность в России. Модели управления / А. Ю. Инюцин // Умные измерения : [сайт]. — 2014. — №9. — URL : [http://smartmetering.ru/common/upload/SmartMetering\\_09.pdf](http://smartmetering.ru/common/upload/SmartMetering_09.pdf) / (дата обращения : 07.02.2020).

*Об авторах:*

**Абрамов Юрий Викторович**, доцент кафедры «Интеллектуальные электрические сети» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), доцент, [abramovjv1910@yandex.ru](mailto:abramovjv1910@yandex.ru)

**Зитляева Надежда Степановна**, магистрант кафедры «Интеллектуальные электрические сети» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [knopka11186@mail.ru](mailto:knopka11186@mail.ru)

**Индылова Надежда Вячеславовна**, магистрант кафедры «Интеллектуальные электрические сети» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [indylova2015@mail.ru](mailto:indylova2015@mail.ru)

**Кулькин Роман Валерьевич**, магистрант кафедры «Интеллектуальные электрические сети» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [romka999999999@mail.ru](mailto:romka999999999@mail.ru)





*Authors:*

**Abramov, Yuriy V.**, Associate professor, Department of Smart Grids, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), Associate professor, [abramovjv1910@yandex.ru](mailto:abramovjv1910@yandex.ru)

**Zitlyeva, Nadezhda S.**, Master's degree student, Department of Smart Grids, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), [knopka11186@mail.ru](mailto:knopka11186@mail.ru)

**Indylova, Nadezhda V.**, Master's degree student, Department of Smart Grids, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), [indylova2015@mail.ru](mailto:indylova2015@mail.ru)

**Kulkin, Roman V.**, Master's degree student, Department of Smart Grids, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), [romka999999999@mail.ru](mailto:romka999999999@mail.ru)