

# Приборы учета электроэнергии для умных электросетей

## с деагрегацией и разъемными трансформаторами тока LEM серии АТО

Патрик Шулер  
(Patrick Schuler)

**П**ромышленные предприятия, заводы, владельцы многопользовательских коммерческих и жилых зданий устанавливают приборы учета расхода электроэнергии в реальном времени. Это необходимо для точного анализа распределения затрат, расчета внутренних платежей и позволяет использовать новые методы повышения энергоэффективности.

Здания, в основном, потребляют электроэнергию для обогрева, кондиционирования, освещения, подсветки витрин, вывесок и других нужд. Стоимость энергии растет в большинстве регионов мира, и правительства многих стран настаивают на соблюдении стандарта ISO50001 по энергоэффективности. Поэтому многие компании принимают меры, направленные на то, чтобы лучше понять структуру потребления энергии и снизить уровень пиковых нагрузок везде, где это возможно.

Принятие этих мер позволяет сэкономить сотни тысяч долларов в год. Кроме того, компании, имеющие в своем составе несколько заводов, хотя участвуют в программе стимулирования снижения пикового потребления, имеющей целью сброс электрической нагрузки в определенные периоды в течение дня. Эти стимулы способны обеспечить сокращение расходов на электроэнергию — при условии, что предприятия могут, при необходимости, снизить расход энергии на определенный период времени. Для этого им требуется понять структуру

потребления с учетом особенностей для разработки стратегий, направленных на повышение энергоэффективности.

Традиционный интрузивный метод включает в себя установку нескольких многоточечных или одноточечных приборов учета, способных производить мониторинг одно- и трехфазных цепей питания каждой нагрузки (рис. 1). Из-за особенностей работы предприятия распределительные щиты могут быть расположены в нескольких шкафах по всему зданию, что требует установки большого количества приборов учета в непосредственной близости от них. К сожалению, этот метод является дорогостоящим и требует значительных усилий по установке и обслуживанию.

Инновационным способом получения необходимых данных по конкретному оборудованию является деагрегация (разделение на отдельные части) информации о потребляемой мощности, полученной на уровне сетевого выключателя. Метод неинтрузивного контроля нагрузки (NIALM) предусматривает единую точку измерения мощности (рис. 1) в сочетании со специальными технологиями обработки сигналов. Такая технология деагрегации энергии (рис. 2) использует статистические подходы для извлечения специфической информации из совокупных данных, т. е. из полного сигнала потребляемой энергии без каких-либо подключаемых датчиков.

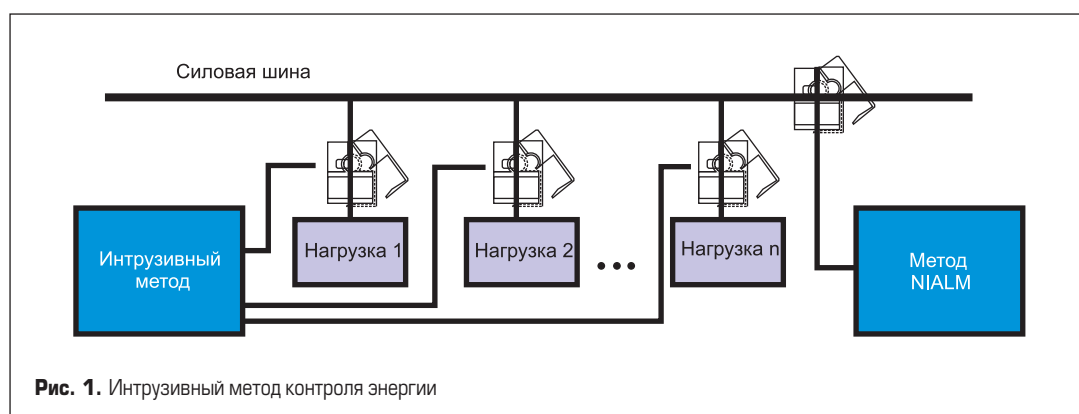
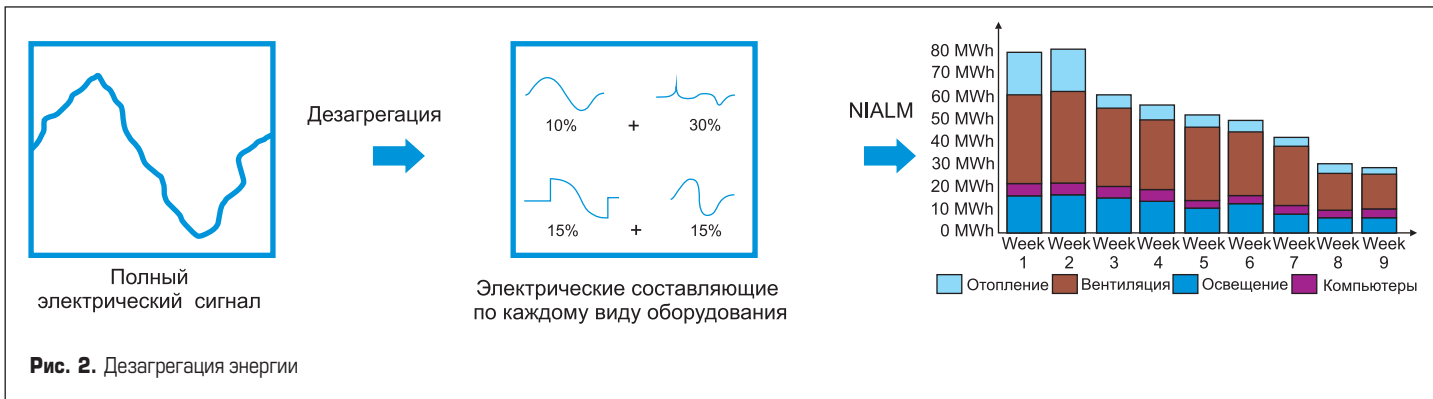


Рис. 1. Интрузивный метод контроля энергии

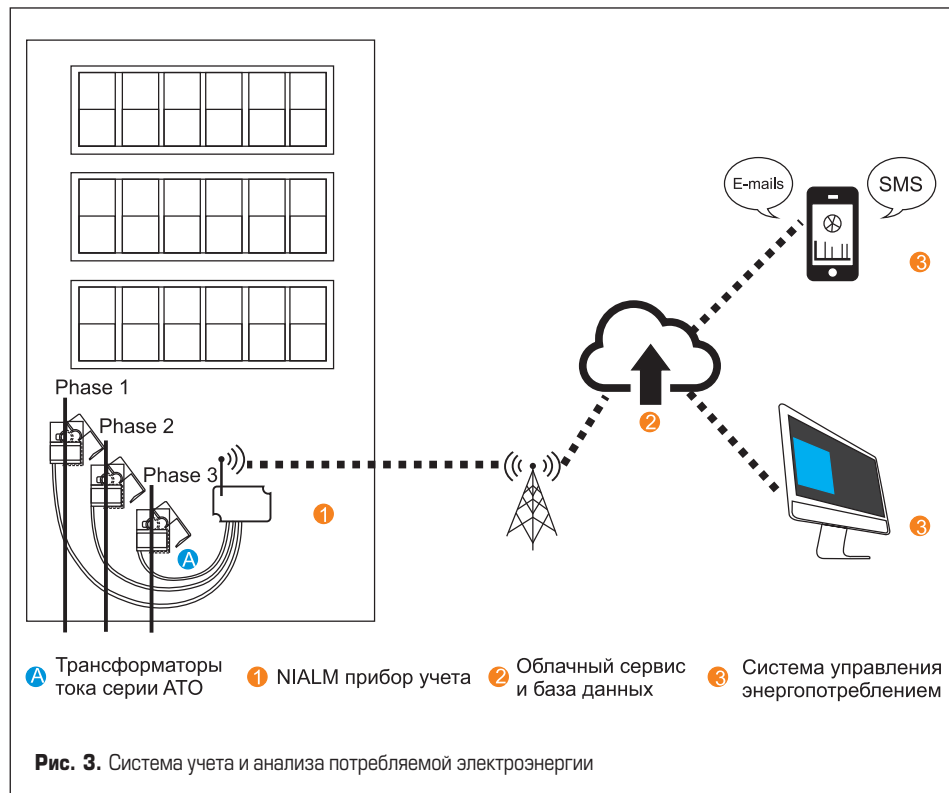


Полная информация об энергопотреблении здания может быть получена с помощью трансформатора тока LEM с разъемным сердечником серии АТО в сочетании с другим оборудованием (рис. 3). Система состоит из трех элементов:

- три трансформатора тока серии АТО для всего здания (трансформатор выполнен из ферритового материала с защелкой, обеспечивающей установку трансформаторов на основной силовой шине питания здания без ее демонтажа);
- прибор учета NIALM, который осуществляет разделение на составляющие и анализ потребления энергии в режиме реального времени (рис. 2), а затем передает данные об энергопотреблении в шлюз;
- шлюз, который получает информацию и отправляет ее к облачным сервисам хранения данных, благодаря чему системный менеджер может определить пути снижения энергопотребления с помощью приложений по анализу информации о потреблении электроэнергии.

Хотя ферритовые материалы применяются в трансформаторах тока в течение многих лет, их неудовлетворительные свойства в части уровня насыщения и магнитной проницаемости делали их использование на низких частотах (50/60 Гц) неэффективным. Однако новейшие разработки коренным образом изменили характеристики ферритов на этих частотах, что обеспечило им массу преимуществ в широком диапазоне систем контроля электроэнергии.

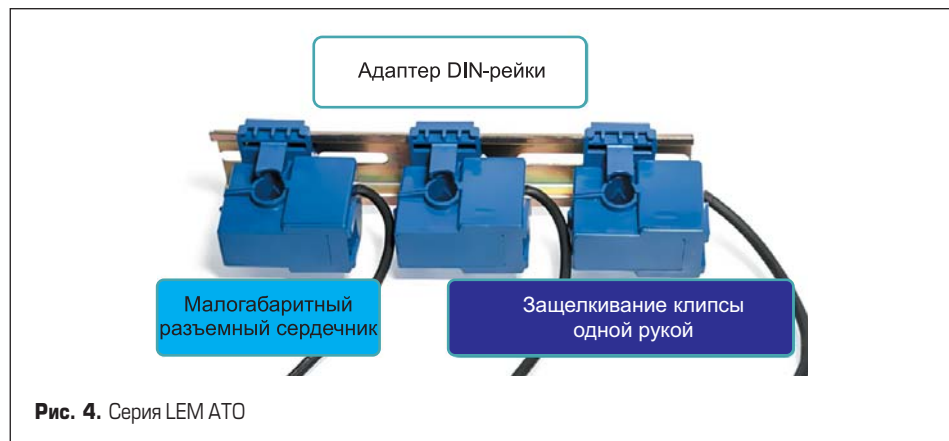
Благодаря значительному улучшению характеристик проницаемости новые ферриты могут быть использованы в трансформаторах тока на частоту 50/60 Гц вместо сердечников из электротехнической стали (FeSi) и пермаллоя (FeNi), несмотря на низкий уровень магнитного насыщения. Токковые трансформаторы с разъемным сердечником на основе новых типов ферритов могут производить точное измерение переменного тока в расширенном диапазоне частот, включая 50/60 Гц. Они имеют присущие ферритам преимущества, обеспечивающие высокую точность и линейность даже при очень малых токах. Такие трансформаторы также отличаются низким фазовым сдвигом между входными и выходными токами, что очень важно для точных измерений активной мощности или энергии. Большая твердость материала сердечника по-



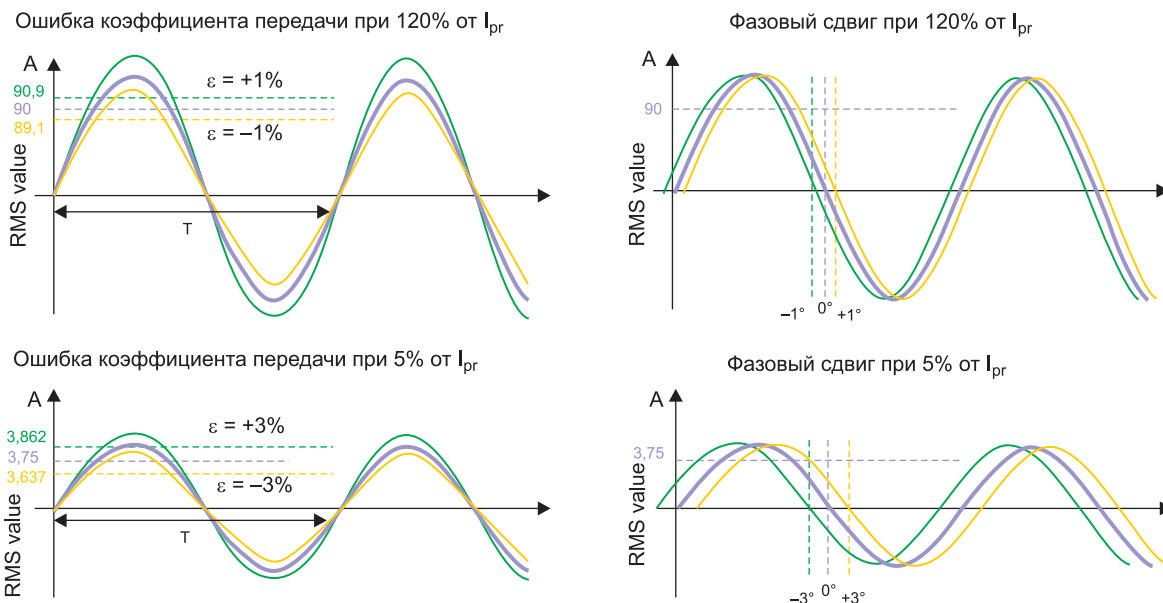
зволяет минимизировать воздушные зазоры и обеспечивает высокую устойчивость к старению и перепадам температуры в отличие от FeSi и FeNi.

Последнее, но не менее важное обстоятельство состоит в дешевизне ферритов, что дает возможность выпускать высокопроизводительные инновационные трансформаторы тока с разъемным сердечником LEM АТО (рис. 4) по очень привлекательной цене.

Трансформатор тока с разъемным сердечником АТО является единственным трансформатором, сертифицированным по стандарту IEC61869-2, с выходом 333 и 225 мВ при номинальном токе  $I_{Pr}$ , менее требовательным к потреблению электроэнергии. Он имеет класс точности 1 и 3 и прошел квалификационные тесты на соответствие требованиям по погрешности коэффициента передачи и фазовому сдвигу. Например, на рис. 5 представлены требования



Пример эпоксидного тока:  $I_{pr} = 75 \text{ A}$  (класс точности 1) для трансформаторов АТО с токовым выходом и коэффициентом передачи 1:1000



**КЛАСС ТОЧНОСТИ: соответствие 2 критериям – ОШИБКА КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ и ФАЗОВЫЙ СДВИГ**

Рис. 5. Критерии соответствия классу точности

стандарта IEC 61869-2 по точности и сдвигу фаз в зависимости от процентного соотношения измеряемого и номинального тока: в данном примере точность 1% и 3% требуется для номинального тока 75 А, соответственно, измерения проведены при 120% и 5% от  $I_{pr}$  (номинального тока). И это требование обеспечивают трансформаторы АТО.

Сегодня общий процент модернизированных приборов учета, использующих алгоритм NIALM, составляет около 80–90% и про-

должает увеличиваться. Дезагрегированные системы с использованием датчиков LEM серии АТО имеют меньшую стоимость, они получают информацию в реальном времени и могут влиять на поведение потребителей, стимулируя их к снижению затрат на электроэнергию. Кроме того, дезагрегирование энергии позволяет проводить дистанционный аудит энергопотребления, проверять корректность работы коммунальных программ учета энергопотребления и помогает

в урегулировании споров между коммунальными предприятиями и владельцами зданий.

Основные особенности трансформаторов АТО:

- изоляция 600 В, Кат. III;
- класс точности 1 и 3 (IEC 61869-2);
- малый фазовый сдвиг;
- выход mA, 225 мВ, 333 мВ;
- нет прерывания электрической цепи;
- 5 лет гарантии.