

ГИБКАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ КОНЕЧНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Е.Н. Алонцева, П.А. Белоусов

*Обнинский институт атомной энергетики НИЯУ МИФИ
249040, Калужская обл., г. Обнинск, Студгородок, 1*



Проблемы энергоэффективности и энергосбережения в нашей стране по-прежнему актуальны. Действенным решением их становится внедрение интеллектуальных систем учета и управления энергоресурсами. Отдельно стоит задача управления и прогнозирования собственного энергопотребления предприятия. В основном, предлагаются системы, которые относятся к управлению и учету поставляемых ресурсов до потребителя электроэнергии. В статье рассмотрен подход к построению системы на базе концепции интеллектуальных сетей при помощи специализированного комплекса технических и программных средств, позволяющий оптимизировать энергозатраты, перераспределять электроэнергию, оперативно менять характеристики электрической сети. В места подключения потребителей к электросети устанавливаются устройства контроля и управления электропитанием, которые по каналам связи получают и передают информацию на сервер. Сервер собирает, накапливает, хранит информацию и оснащен специальным программным обеспечением, позволяющим оптимизировать нагрузку, предотвращать перегрузки и аварийные ситуации в системе электропитания. Предлагается развертывание системы на предприятиях атомной отрасли.

Ключевые слова: атомная станция, собственные нужды, энергопотребление, распределение, потребитель, оборудование, система управления и защиты, программное обеспечение.

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие экономики страны диктует необходимость качественного и надежного энергоснабжения и энергопотребления. На рынке существуют и внедрены отечественные и зарубежные системы с разнообразными методами контроля качества электрической энергии, системы диагностики отдельных параметров объектов энергосистемы. Решение проблемы энергосбережения осложняется существенным старением энергетического оборудования, большими расходами на его ремонт, жесткими условиями энергетического рынка страны. По данным «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» [1], нереализованный потенциал организационного и технологического энергосбережения составляет до 40% от общего объема внутреннего энергопотребления. Эффективное использование энергоресурсов, в первую очередь, предполагает жесткий контроль потребления с помощью современных систем учета. Одним из направлений является со-

© **Е.Н. Алонцева, П.А. Белоусов, 2015**

крашение потерь электроэнергии за счет построения систем интеллектуального учета с возможностью учета качества электроэнергии и ограничения нагрузки.

В качестве примера рассмотрим атомную электростанцию (АЭС). Одной из актуальных задач является прогнозирование собственного энергопотребления АЭС на заданный период времени. Расход на собственные нужды обусловлен большим числом потребителей электроэнергии, обеспечивающих функционирование оборудования АЭС и административных зданий. АЭС закупает электроэнергию для собственных нужд из единой энергосистемы исходя из прогноза энергопотребления. От точности прогноза зависит, выберет ли АЭС всю заказанную электроэнергию или превысит (недоберет) выделенный лимит. В случае неточного прогноза и отклонения от выделенного лимита АЭС вынуждена оплачивать штраф.

В настоящее время не разработаны математические модели, которые позволили бы с высокой точностью оценивать собственное энергопотребление на прогнозируемый период времени. Повышение точности прогноза возможно за счет накопления детальной информации по каждому потребителю (оборудование, цех, подразделение) электроэнергии и формирования базы данных потребителей. Подобные системы строятся на базе концепции так называемых интеллектуальных сетей (smart grid). Технология smart grid представляет собой систему, оптимизирующую энергозатраты, позволяющую перераспределять электроэнергию, оперативно менять характеристики электрической сети. На технологическом уровне при помощи специализированного комплекса технических средств происходит объединение электрических сетей, потребителей и производителей электричества в единую автоматизированную систему.

РОЛЬ И МЕСТО ПРЕДЛАГАЕМОЙ СИСТЕМЫ



Рис.1. Место и задачи системы управления и защиты конечных потребителей электроэнергии

На рисунке 1 приведена общая схема систем распределения, учета и контроля электроэнергии. На верхнем уровне находятся системы распределения электроэнергии, затрагивающие цепочку от производства (генерации) электроэнергии до потребителя на уровне предприятия (юридического лица). Задача этого уровня – довести качественную электроэнергию до предприятия без сбоев в электроснабжении, снизить вероят-

ность ее хищения. Для предприятия на этом уровне определяются нормы потребления электроэнергии. На втором уровне находятся автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов (электроэнергии) (АСКУЭ), затрагивающие распределение электроэнергии внутри предприятия. Задача второго уровня – автоматизированный сбор данных для коммерческого учета электроэнергии на уровне потребителя (предприятия) с помощью установки приборов учета.

Предлагаемая система относится к третьему уровню. Задача третьего уровня – комплексная оценка функционирования электросети на уровне потребителя электроэнергии, позволяющая достигать сохранности кабельных силовых сетей, электрооборудования, формировать рекомендации по оптимизации подключения нагрузки, хранить и анализировать данные о потребленной мощности каждого элемента сети.

АРХИТЕКТУРА И УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ

Малым инновационным предприятием при Обнинском институте атомной энергетики НИЯУ МИФИ разрабатывается гибкая распределенная система управления и защиты конечных потребителей электроэнергии промышленных объектов. На рисунке 2 приведена общая схема системы.

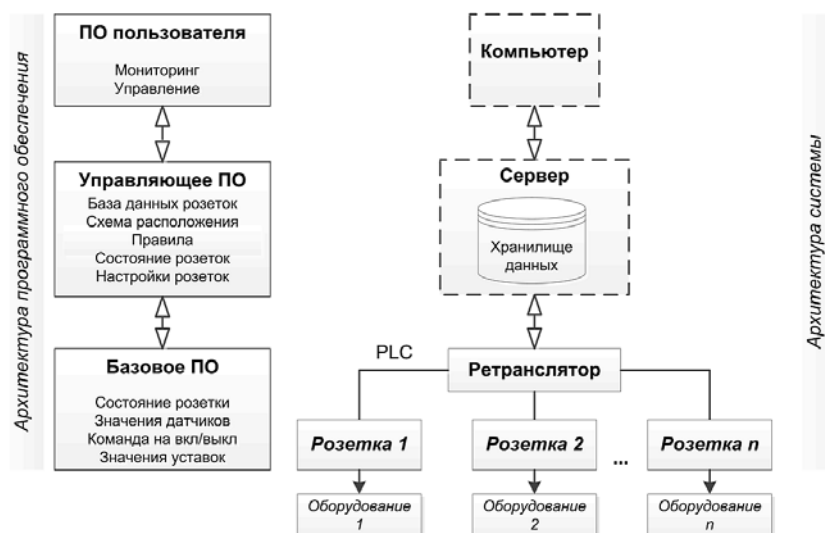


Рис. 2. Схема системы управления и защиты конечных потребителей электроэнергии

Предварительно в точку подключения потребителей к системе электропитания устанавливаются устройства управления электропитанием [3]. Для подключения устройства по сети передачи данных PLC (Powerline communications) поступает пакет данных, содержащий параметры настройки устройства, подаются команды на включение (выключение) электропитания, измерения напряжения, тока и мощности. С заданной периодичностью пакет данных о состоянии устройства и значениях контролируемых параметров передается по локальной сети. Устройство имеет возможность отключать электропитание в автоматическом режиме при возникновении аварийных ситуаций, перегрузках и неполадках электросети. Устройство управления электропитанием потребителей электрической энергии способно выполнять функции защиты устройств пользователя (потребителей) и электрической сети, передавать данные со значениями контролируемых параметров [4].

При невозможности использования PLC-сети локальная сеть связи между устройствами может быть реализована посредством радиоканала (например, 433 или 868 МГц) или других технологий передачи данных (например, сети Ethernet, беспроводной сети Wi-Fi, Zigbee).

При добавлении в устройство блока преобразователя сигнала получается ретранс-

лятор, который позволяет построить канал передачи данных (например, сети Ethernet, беспроводной сети Wi-Fi, Zigbee) от всех устройств с внешним сервером хранения данных, где осуществляется сбор, обработка и хранение данных и формируются сценарии управления устройствами (оборудованием). Внешний сервер собирает, накапливает, хранит информацию и оснащен специальным программным обеспечением (ПО) [5] для учета количества потребляемой электроэнергии во времени, качества поставляемой электроэнергии, хранения профиля энергопотребления, управления включением (выключением) устройств управления электропитанием. Эта информация используется для анализа и выявления зависимостей, построения графиков, диаграмм и таблиц. Например, возможно хранение и построение профиля (нескольких профилей) энергопотребления для каждого устройства управления электропитанием. На внешнем сервере хранится дополнительная информация о потребителе – база данных устройств, схема электросети (чертеж электросети и ее характеристики), права доступа пользователей к информации, а также вспомогательные данные, необходимые для ведения расчетов.

Оператор по сети Ethernet или интернет путем ввода идентификатора и пароля получает доступ к анализу поступающей в хранилище данных сервера информации, он-лайн мониторингу потребления электроэнергии, учету потребления электроэнергии каждым устройством управления электропитанием, а следовательно, оборудованием или устройством, подключенным к электросети, контролю качества поставляемой электроэнергии. Оператор также может оптимизировать нагрузки, дистанционно управлять включением (выключением) устройств управления электропитанием, диагностировать неисправности, принимать и реализовывать решения по заданию временных диапазонов работы оборудования, ставить ограничения на потребляемую электроэнергию. Система позволяет управлять потреблением электроэнергии в режиме реального времени и прогнозировать объемы необходимой электроэнергии на заданный период времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сокращение потерь электроэнергии за счет построения систем интеллектуального учета с возможностью учета качества электроэнергии и ограничения нагрузки является актуальной задачей, в том числе и для предприятий атомной отрасли.

Предлагаемая система относится к техническим средствам контроля и учета параметров в электрических сетях, в частности, потребления электроэнергии с возможностью управления подключением устройств. Она обладает масштабируемостью (использует типовые устройств управления электропитанием) и гибкостью (сочетает различные технологии передачи данных). Система предназначена для анализа энергопотребления, планирования и оптимизации нагрузки, реализации решений по заданию временных диапазонов работы оборудования, пресечения нецелевого использования электроэнергии.

Литература

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 №1715-р.
2. Ледин С.С. Концепция «электроэнергия-товар» как катализатор развития Smart Grid // Автоматизация в промышленности (электронный журнал). - 2012. - №4.
3. Чуркин Е.Г., Сидоров Е.Б., Белоусов П.А., Алонцева Е.Н. Устройство управления электропитанием потребителей электрической энергии. Патент на полезную модель №148507, 2014.
4. Чуркин Е.Г., Сидоров Е.Б., Белоусов П.А., Можжев Е.А., Алонцева Е.Н. Smart Energy. Base Soft. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014616602, 2014.
5. Чуркин Е.Г., Сидоров Е.Б., Белоусов П.А., Фомин А.И., Алонцева Е.Н. Smart Energy. Control Soft. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014660141, 2014.

Поступила в редакцию 26.01.2015

Авторы

Алонцева Елена Николаевна, доцент
E-mail: alenika@iate.obninsk.ru

Белоусов Павел Анатольевич, доцент
E-mail bpaapl@gmail.com

UDC 62.799:621.039.003

FLEXIBLE DISTRIBUTED CONTROL AND PROTECTION SYSTEM FOR INDUSTRIAL OBJECTS POWER CONSUMERS

Alontceva E.N., Belousov P.A.

Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering, National Nuclear Research
University «MEPhI». 1 Studgorodok, Obninsk, Kaluga reg., 249040 Russia

ABSTRACT

The problem of energy efficiency and conservation is important for our country. The solution is the development of intelligent systems for accounting and management of energy resources. The task of forecasting and optimal planning of auxiliary power consumption for nuclear power plant is also important to improve economic efficiency. The auxiliary power consumption specified set of consumers of electricity for the operation of nuclear power plant equipment and administrative buildings. The approach for forecasting systems of the auxiliary power consumption not exist. Improving forecast accuracy is possible due to the accumulation of information about consumers of electricity.

An approach to the construction of systems based on the concept of smart grids with a specific set of hardware and software to optimize the energy consumption and redistribute power, to quickly change the characteristics of the electrical network. Power control devices are installed at the location of the sockets. Devices send and receive data through the PLC network to the server. The server accumulate and stores information. The server is equipped with special software. The user through a web browser through a communications network has access to information analysis and management of power control devices. The system has scalability through the use of standard power control devices and flexibility through a combination of different data transmission technologies.

Key words: nuclear power plant, auxiliary power consumption, distribution, consumer, industrial object, control and protection system, software.

REFERENCES

1. Energeticheskaya strategiya Rossiina period do 2030 goda. Rasporyazeniye Pravitelstva RF ot 13.11.2009 №1715-p [Russian Energy Strategy for the period up to 2030. Order of the Government of the Russian Federation] (in Russian).
2. Ledin S.S. Koncepciya «elektroenergiya-tovar» kak katalizator razvitiya Smart Grid [The concept of «electricity - goods» as a catalyst for the development of Smart Grid]. *Automation in industry* (electronic journal). 2012, no. 4 (in Russian).
3. Churkin Y.G., Sidorov Y.B., Belousov P.A., Alontceva E.N. Ustrojstvo upravleniya elektropitaniem potrebiteley elektricheskoy energii [Power control device for electricity consumers]. Patent RF, no. 148507, 2014 (in Russian).
4. Churkin Y.G., Sidorov Y.B., Belousov P.A., Mozaev Y.A., Alontceva E.N. Smart Energy. Base Soft. Certificate to computer program RF no. 2014616602, 2014 (in Russian).
5. Churkin Y.G., Sidorov Y.B., Belousov P.A., Fomin A.I., Alontceva E.N. Smart Energy. Control Soft. Certificate to computer program RF no. 2014660141, 2014 (in Russian).

Authors

Alontseva Elena Nikolaevna, Assistant Professor
E-mail alenika@iate.obninsk.ru

Belousov Pavel Anatol'evich, Assistant Professor
E-mail bpaapl@gmail.com