

## ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

И.С. Пилипенко, В.Н. Куликов (Компания Эмерсон)

*Представлены решения по мониторингу, управлению и оптимизации потребления энергии на производствах - Energy Advisor и Plant Optimizer. Решения предназначены для повышения их энергетической эффективности промышленных предприятий.*

*Ключевые слова: энергетический менеджмент, мониторинг, автоматизация, повышение качества регулирования, баланс энергоресурсов предприятия, система энергетического менеджмента.*

### Введение

Одной из актуальных задач современных производств является снижение потребления энергоресурсов и повышение результативности их использования. Для достижения этой цели были приняты международный стандарт ISO 50001 и его российский аналог — ГОСТ Р ИСО 50001-2012, в которых изложены принципы построения систем и рабочих процессов для энергоэффективных производств. В соответствии с ними, для успешного системного управления использованием энергоресурсов на производстве требуются не только качественные измерения технологических параметров, но и организация учета, сбора, хранения, доступа к данным, контроль и аналитическая отчетность.

Для представления картины производства и потребления энергоресурсов как в реальном времени, так и в сравнении с различными периодами времени в прошлом, необходим доступ к первичной информации учета (измеряемым величинам) энергетических ресурсов, представление информации в простом для восприятия виде на рабочих местах специалистов организации и аналитические отчеты. Эта информация поддержит процесс принятия управленческих решений, а средства подготовки отчетности помогут оценить их качество по ключевым показателям эффективности. Систематический подход к системам и рабочим процессам, внедрение средств энергетического мониторинга является основой для непрерывного повышения энергетической эффективности производства.

### Инструменты и решения в области энергоэффективности

Компания Эмерсон предоставляет специалистам инструменты, которые позволят реализовать на предприятии систему энергетического менеджмента и внедрить решения для повышения энергетической эффективности. К числу таких инструментов и решений относится система энергетического мониторинга предприятия и средства оптимизации энергоресурсов предприятия [1].

Программное обеспечение системы энергетического менеджмента (Energy Management Information System — EMIS), предлагаемое компанией Эмерсон, состоит из двух основных компонентов: Energy Advisor — для энергетического мониторинга и Plant Optimizer — для оптимизации энергоресурсов предприятия в реальном времени.

Система энергетического мониторинга Energy Advisor представляет информацию пользователям в виде систематизированных достоверных данных с расчетом ключевых показателей в режиме реального времени и упрощает работу по планированию, анализу, выбору перспективных решений, направленных на улучшение энергетических результатов деятельности предприятия. Система представляет более точную информацию для определения мест получения дополнительной прибыли, напрямую связанную с экономией электроэнергоснабжителей, помогает моделировать и прогнозировать потребление и выработку энергоносителей оборудованием, участками, цехами, а также делать оценку ключевых показателей эффективности потребления энергоресурсов.

Система отвечает требованиям директивы по эффективному использованию энергии EED.

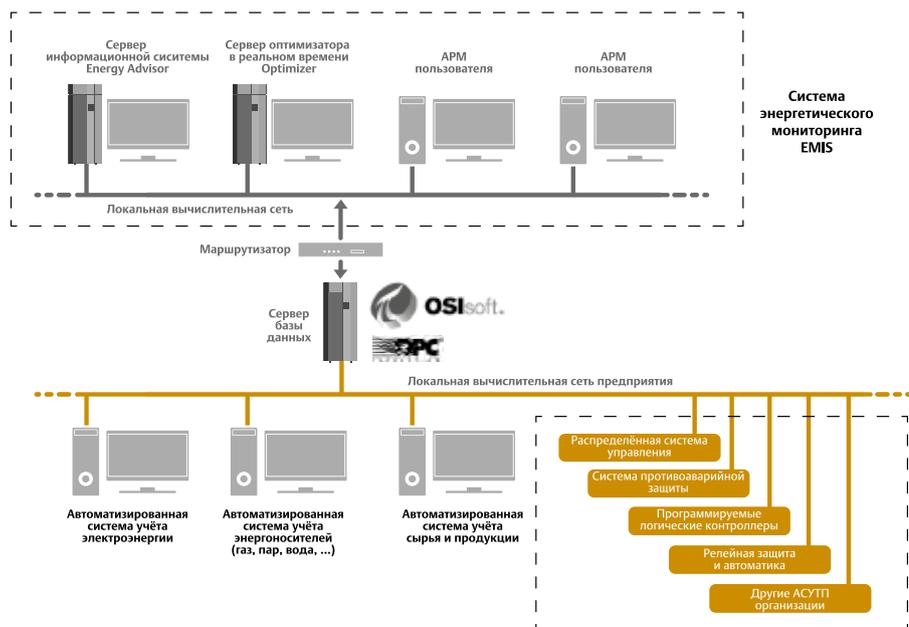
Средства оптимизации энергоресурсов Plant Optimizer предприятия обеспечивают реализацию алгоритмов оптимизации выработки и потребления энергоресурсов предприятия на уровне систем управления. Это позволяет сократить потребление топлива, использовать более дешевые энергоносители, достичь высоких ключевых показателей энергетической эффективности и сократить затраты на энергию и, тем самым, общие эксплуатационные затраты.

### Архитектура системы энергетического менеджмента

Архитектура системы энергетического мониторинга строится в соответствии с классической архитектурой АСУТП и подразделяется на три уровня. Нижний (полевой) уровень системы объединяет информационное поле средств измерений, включая счетчики и устройства учета. Средний уровень реализуется на базе контроллеров PCU (DeltaV, Ovation) или ПЛК (ControlWave). Оба уровня системы могут реализовываться на базе оборудования Эмерсон (рис. 1).

Современные АСУТП полностью выполняют функции полевого и среднего уровня — получение данных от средств измерений, их обработку в контроллерах и предоставление данных системам верхнего уровня. Средства измерения, дополнительно устанавливаемые при внедрении системы энергетического мониторинга, подключаются к существующим АСУТП без установки дополнительных контроллеров и независимых систем сбора и обработки данных.

Верхний уровень системы энергетического мониторинга создается с использованием серверного



Обмен информацией системы энергетического мониторинга с автоматизированными системами предприятия, в том числе АСУТП, системами учета, а также с другими устройствами, включая приборы учета, реализуется с применением технологии OPC.

### Возможности энергетического мониторинга с ПО Energy Advisor

Система Energy Advisor (рис. 2) выполняет следующие основные функции:

- автоматическое получение данных, необходимых для энергетического мониторинга, из архива истории процесса или систем управления;

- интеграция с ПО PI System компании OSIsoft без использования дополнительных средств;

- разбиение производства на центры учета энерго-ресурсов, по каждому из которых возможен отдельный анализ данных и формирование отчетов;

- расчет ключевых показателей эффективности (в натуральном и стоимостном выражении);

- расчет отклонений потребления энерго-ресурсов и других ключевых показателей эффективности относительно целевых оптимальных показателей;

- настраиваемые пользовательские отчеты и визуализация отчетов по форме заказчика;

- защищенный доступ через Internet в реальном времени к данным мониторинга и потребления энергии по типам энергии, к средствам поддержки принятия

Рис. 1 Структурная схема системы энергетического мониторинга и смежных систем

оборудования и ПО Microsoft на базе прикладного ПО Energy Advisor — компонента системы энергетического менеджмента EMIS, которая разработана компанией Эмерсон совместно с партнером, компанией RtTech.

Исходные данные, необходимые для работы системы энергетического мониторинга, собираются и сохраняются в системе архивирования данных ТП в реальном времени. Стандартным решением является платформа PI System компании OSIsoft, партнера компании Эмерсон; в этом случае Energy Advisor имеет прямой доступ к данным архива истории процесса без дополнительной интеграции, а за сбор данных отвечает ПО PI System.

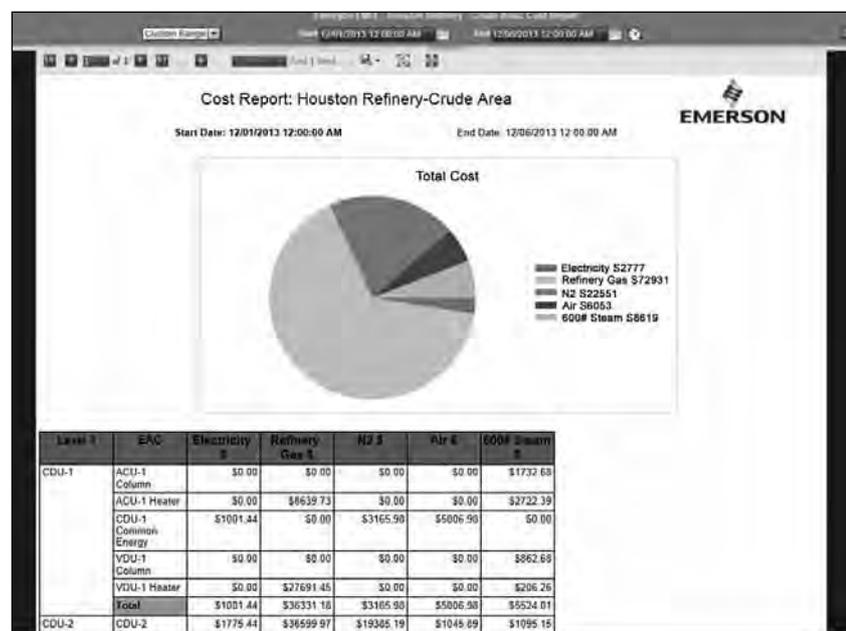


Рис. 2. Рабочий экран Energy Advisor

решений с настройками, определяемыми профилями пользователей (в первую очередь выделенными профилями административно-технического персонала и оперативно-диспетчерского персонала).

Данные предприятия организуются в иерархическую структуру, создаваемую пользователем в соответствии со структурой предприятия. Иерархическая структура данных основана на концепции центров учета энергии (Energy Account Centre — EAC). Это структурная единица системы энергомониторинга, где учитывается производство, потребление и трансформация энерго-ресурсов из одного вида в другой. По каждому центру учета энергии ведется контроль и расчет баланса энерго-ресурсов, поступающих в него из сети предприятия и отдаваемых из него в сеть

предприятия. В качестве центра учета энергии может выступать отдельный технологический аппарат, блок установки или установка в целом.

Для каждого центра учета энергии можно определить типы энергоресурсов, которые потребляются в центре учета энергии или передаются из него в общую сеть. Система Energy Advisor имеет набор predefined типов энергоресурсов (электроэнергия, пар, природный газ и др.) и предоставляет возможность создавать новые типы энергоресурсов, специфические для предприятия (например, доменный газ). Energy Advisor автоматически запрашивает необходимые параметры для каждого типа энергоресурсов, определенного пользователем.

Пакет Energy Advisor содержит математические модели «первых принципов» (балансовые управления и строгие физико-химические зависимости) для расчета характеристик технологических аппаратов (котлов, печей, теплообменников и т.д.), а также позволяет реализовать регрессионные модели зависимостей выходов от входов для любых аппаратов и установок. Эти модели создаются на основе архива данных установки, позволяют определить целевые показатели потребления энергоресурсов и ключевые показатели эффективности и сравнивать фактически достигаемые показатели с целевыми. Результаты расчетов математических моделей и ключевых показателей эффективности предоставляются конечному пользователю в виде отчетов или графиков в наглядной форме.

ПО Energy Advisor построено по модульному принципу, каждый модуль отвечает за определенную функцию приложения.

*Модуль вычислений* Energy Advisor через настраиваемые интервалы создает записи для хранения агрегированных данных по каждому типу энергии и для каждой технологической установки. Эти записи используются при расчетах, подготовке отчетов и для хранения сводных показателей по производству и потреблению энергоресурсов.

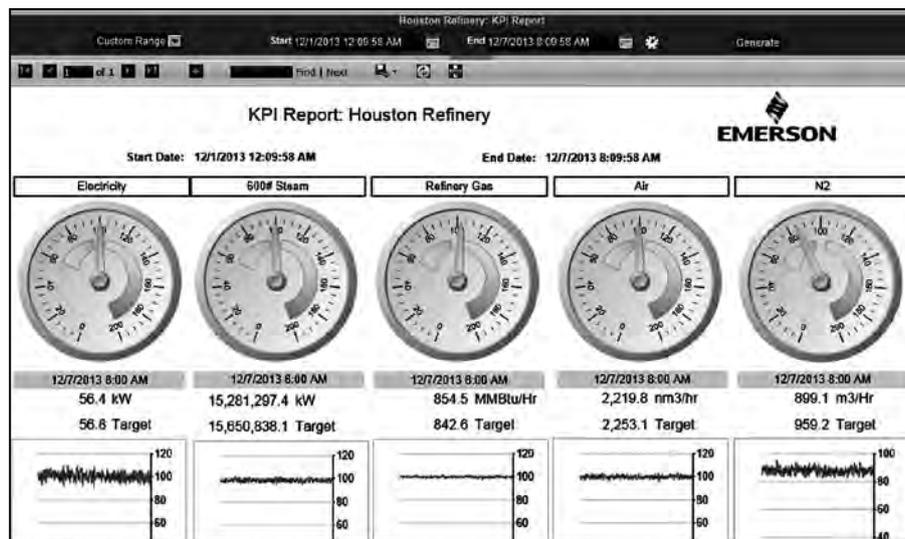


Рис.3. Рабочий экран модуля расчета целевых показателей

*Модуль расчета целевых показателей потребления энергии* на основании архивных данных позволяет строить математические зависимости и рассчитывать целевые значения потребления энергии для каждого типа энергоресурсов и по каждому центру учета энергии. Позволяет сравнивать целевые значения с фактическим энергопотреблением в реальном времени и определять, насколько режим работы рассматриваемого технологического аппарата, блока или установки близок к оптимальному целевому режиму. Модуль обеспечивает визуализацию рассчитанных показателей в виде диаграмм и трендов (рис. 3).

*Специальный модуль коррекции* осуществляет проверку целостности данных и может автоматически удалять «выбросы» и ошибочные значения в исходных данных перед их использованием в любых компонентах Energy Advisor.

*Модуль Web-отчетов* предназначен для отображения данных, хранящихся в Energy Advisor, в различных форматах отчетности. Данные отображаются в удобном виде, адаптированном под потребности пользователя системы. Отчеты составляются с использованием служб Microsoft Reporting Services и могут открываться в Internet Explorer.

Модуль мониторинга потребления энергии регистрирует все события, связанные с чрезмерным потреблением энергии на предприятии. Эти события включаются в отчет так, что по одному отчету можно определить начальное и конечное время, установку или объект, с которыми связано событие.

*Web-служба*, основанная на XML технологии позволяет передать данные, сохраненные компонентом Event Frames, в любую стороннюю систему, например, в приложение для составления отчетности или в систему технического обслуживания.

*Средства конфигурации* представляют собой Web-инструмент настройки, имеющий простой пользовательский интерфейс, с помощью которого администраторы Energy Advisor могут производить настройку

и вносить изменения в существующую конфигурацию.

Таким образом, Energy Advisor предоставляет множество функций, с помощью которых можно в реальном времени принимать гибкие решения относительно управления предприятием.

### Оптимизации энергоресурсов предприятия с приложением Plant Optimizer

Данное приложение принимает данные из системы энергетического мониторинга, рассчитывает модель и выдает результаты расчета оптимального режима ТП в реальном времени в автоматическом режиме.

Оно реализовано в виде выделенного приложения на отдельном ПК серверного типа.

Plant Optimizer выполняет следующие функции:

- моделирование потоков энергоресурсов предприятия, в том числе систем выработки пара и электроэнергии, с учетом потребностей в энергии технологических установок и их реального потребления;
- выполнение оптимизации с целью формирования рекомендаций, определяющих производительность и режимы работы оборудования, с целью эксплуатации оборудования с минимальными затратами/максимальным коэффициентом полезного действия;
- возможность оперативной и автономной (многовариантной) оптимизации.

Возможности оптимизатора позволяют реализовать следующие функции:

- определять в реальном времени целевой оптимальный режим работы генерирующих мощностей, отвечающий всем требованиям по выработке пара и электроэнергии с учетом технологических ограничений и требований;
- выдавать рекомендации по уставкам для параметров производства пара/расхода топлива для всех аппаратов на основании требований по производительности, рабочих условий и технологических ограничений.

Оптимизатор позволяет выполнять многовариантный анализ, направленный на оценку затрат и показателей эффективности, связанных с изменениями потребностей предприятия, например, вследствие добавления новых технологических установок. Интеграция оптимизатора с АСУТП позволяет выдавать управляющие воздействия с целью привести режим ТП к рассчитанному оптимуму.

Алгоритмы управления внедряются непосредственно в PCSU, если установка находится под управлением PCSU DeltaV [2]. Если установка находится под управлением PCSU других производителей, интеграция возможна с использованием протокола OPC.

#### Заключение

Основой успешного системного управления использованием энергии являются высококачественные измерения технологических параметров, организация учета, сбора, хранения и представления данных

об энергоресурсах и представление данных в простом для восприятия виде, контроль и целевая отчетность.

Благодаря опыту консультирования по промышленной энергетике и внедрения за рубежом, а также надежным субподрядчикам компания Эмерсон готова реализовывать комплексные проекты, направленные на оптимизацию потребления энергоресурсов и оптимизацию затрат предприятия на энергию.

Создание системы энергетического мониторинга на предприятии позволяет сделать информацию об энергетических ресурсах доступной для каждого пользователя системы, а предоставление информации в простом для восприятия виде на рабочих местах специалистов организации упрощает процесс принятия решений в управлении.

Дальнейшая работа по повышению эффективности использования энергии строится согласно создаваемой предприятием стратегии, построенной по принципу «сверху-вниз», параллельно с планомерной работой по решению технических проблем, организованной по принципу «снизу-вверх»:

- анализ текущей результативности процесса управления использованием энергии;
- определение обязанностей в части управления;
- разработка упрощенного анализа эффективности;
- выявление эффективных решений;
- внедрение решений, показывающих быстрые результаты, таких как предоставление данных диспетчерам в наглядном формате, внедрение систем автоматизации и оптимального управления и т. д.;
- проверка результативности мероприятий.

За счет внедрения мероприятий по повышению энергоэффективности в организациях достигается высокий экономический эффект, составляющий в мировой практике до 7...10% экономии энергоресурсов.

#### Список литературы

1. Стоккил Д. Энергоэффективность в перерабатывающей промышленности. Руководство пользователя по стабильной энергоэффективности. [Электронный ресурс]. М., 2015. URL: <http://www2.emerson.com>.
2. Крейдлин Е.Ю. DeltaV – от управления процессами к обучению операторов // Автоматизация в промышленности. 2016. №3.

**Пилипенко Игорь Сергеевич** – консультант по внедрению решений для энергоэффективности производств,  
**Куликов Вячеслав Николаевич** – Dr.-Ing., руководитель группы высокотехнологичных решений компании Эмерсон.  
 Контактный телефон (495) 995-95-59.  
 E-mail: [Viacheslav.Kulikov@emerson.com](mailto:Viacheslav.Kulikov@emerson.com) [Igor.Pilipenko@Emerson.com](mailto:Igor.Pilipenko@Emerson.com)

Оформить подписку на журнал "Автоматизация в промышленности" вы можете:

через каталоги "Роспечать" 81874 и "Пресса России" 39206 • сайт журнала <http://www.avtprom.ru> • Редакцию

Адрес редакции: 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, офис 360 Тел.: (495) 334-91-30, (926)212-60-97 E-mail: [info@avtprom.ru](mailto:info@avtprom.ru)