

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ

*В.Д. Марквирер, Э.А. Неганова, А.А. Щелкунов,
А.В. Кычкин*

*Пермский филиал НИУ ВШЭ,
кафедра информационных технологий в бизнесе*

Аннотация

Рассматривается задача проектирования архитектуры информационной системы класса EMS (Energy Management System), обеспечивающей бесперебойную и эффективную деятельность по управлению энергоресурсами предприятий и объектов ЖКХ и соответствующей требованиям стандарта на системы энергоменеджмента ISO 50001:2011. Работа выполнена в рамках приоритетного направления Пермского филиала НИУ ВШЭ «Исследование методов управления в киберфизических системах».

Введение

Снижение затрат на энергоресурсы при сохранении качества деятельности предприятия, является одним из приоритетных направлений развития цифровой экономики. Оптимизация энергопотребления возможна благодаря внедрению в компаниях и на объектах ЖКХ принципов системного энергоменеджмента, нацеленного на рациональное управление энергетическими ресурсами предприятия. EMS, как инструмент системного управления энергоэффективностью предприятия, является важной составляющей концепции «Умный город».

В связи с этим целью исследования является создание EMS системы, как части киберфизической системы производства или здания, и реализующей мониторинг и эффективное управление потреблением энергетических ресурсов. Для достижения цели сформулированы задачи анализа процесса управления энергоресурсами; формирования требований к системе; проектирования архитектуры EMS системы.

Первый раздел включает в себя описание процесса управления энергоресурсами (модель «как есть»). Во втором разделе приведена формулировка требований к автоматизации этого процесса (модель «как должно быть»). В третьем разделе даны результаты построения архитектуры EMS системы.

Анализ процесса управления энергоресурсами.

На большинстве российских предприятий и объектах города энергоменеджмент, как правило, проводится непоследовательно [1-3]. Для измерения эффективности EMS системы предприятия можно пользоваться специальными тестами, предложенными в [4]. По результатам этих тестов оценивается состояние энергоменеджмента от 0 до 24 баллов. В зависимости от состояния EMS системы, даются рекомендации по ее развитию. На многих предприятиях энергосбережение связано в большей мере с применением новых материалов и оборудования [5]. Применяются элементы анализа возможностей улучшения энергоэффективности только для отдельных процессов на производстве или в зданиях, потребление ресурсов рассматривается раздельно.

Большая часть предприятий, применяющих EMS системы, выстраивают зависимости между тем, сколько ресурсов было потреблено, какие факторы повлияли на это потребление, во сколько это обошлось в денежном эквиваленте [6, 7]. Рекомендации даются с учетом типовых практик или опыта внешних специалистов, учитываются чаще всего только данные со счетчиков энергии, элементы для автоматического или автоматизированного управления доступны только в

очень дорогостоящих системах Siemens, ABB, Schneider Electric и др.

Требования к информационной EMS системе.

Одним из стандартов, описывающих требования к EMS системам, является ISO 50001:2011. Он предусматривает проведение энергоменеджмента согласно концепции постоянного улучшения, работающего по циклу Шухарта-Деминга – PDCA (Plan, Do, Check, Act), где каждому этапу цикла выделяются соответствующие действия. Так, для этапа Plan выполняется энергопланирование; Do – реализация энергосберегающих мероприятий; Check – проверка энергоэффективности; Act – корректирующие действия.

На этапе энергопланирования выполняются такие действия, как формирование энергополитики, расчет необходимого количества потребляемой энергии и ее стоимости, формирование энергосберегающих мероприятий. Далее выполняется настройка параметров оборудования. На третьем этапе выполняется энергомониторинг, включающих анализ работы оборудования, анализ аварий и потерь, план-факт анализ. И, наконец, последний этап направлен на выполнение оценки несоответствий, формирование рекомендаций, внесение изменений в энергополитику.

Основными преимуществами стандарта являются [8]: включение в национальные программы по энергоэффективности в условиях Цифровой экономики и возможность применения ко всем отраслям промышленности и ЖКХ. Несмотря на преимущества стандарт имеет существенный недостаток [5]: он скрывает в себе слишком обобщённое описание по созданию и внедрению EMS систем [9].

Для успешной реализации, внедрения и эксплуатации EMS системы необходимо учитывать такие факторы, как: количество людей в помещении, количество работающего оборудования, параметры внешней среды, время года и т.п. Это должно достигаться за счёт внедрения специальных IoT контроллеров [10, 11]. Такое оборудование позволяет выявлять скрытые закономерности и предлагать решения, например, автоматически включать / выключать освещение, управлять клапаном для подачи тепла, регулировать параметры климата с помощью кондиционера, управлять оборудованием по сценариям с преждевременным выявлением сбоев и аварий.

Архитектура информационной системы управления энергоресурсами.

На рисунке 1 приведена гибридная архитектура проектируемой EMS системы, включающая в себя архитектурный стиль «вызов с возвратом» и брокер сообщений.

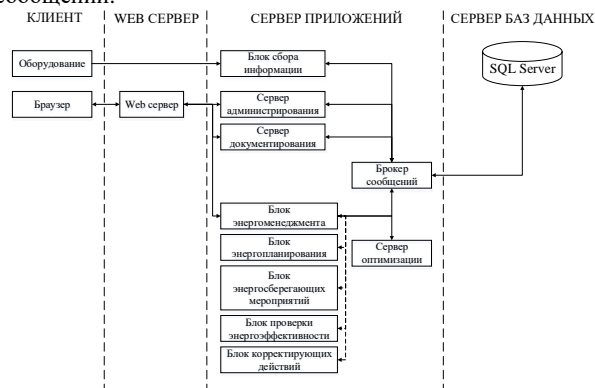


Рис. 1. Архитектура ИС управления энергоресурсами

На уровне клиента расположено оборудование, с которого собирается информация о потреблении энергии, и ПК для энергоменеджеров. Доступ к системе

обеспечивается через web-приложение, которое развертывается на web-сервере [11]. Сервер приложений предназначен для работы блоков сбора информации, администрирования, документирования, оптимизации и, непосредственно, энергоменеджмента, который в свою очередь состоит из четырех блоков, выполняющих задачи по циклу PDCA. Обмен информацией между блоками осуществляется с помощью брокера сообщений, который сохраняет необходимую информацию на сервере баз данных.

Блок энергопланирования предназначен для ведения энергетического профиля (выполняет задачи оценки источников энергии, анализа использования энергии, выявления текущей эффективности потребляющей энергию оборудования), вычисления базового энергопотребления и индикаторов энергоэффективности (для сравнения количества потребленной энергии в различные периоды времени), установка целей и задач управления.

Далее с помощью блока энергосберегающих мероприятий выполняются действия, направленные в основном на настройку параметров оборудования, согласно информации из энергетического профиля. Блок проверки энергоэффективности реализует мониторинг [12-14], выполняет анализ работы оборудования, вычисляет процент экономии от проведенных на текущей итерации энергосберегающих мероприятий. Блок корректирующих действий предназначен для выполнения оценки несоответствий. Компоненты архитектуры EMS системы приведены на рис. 2.

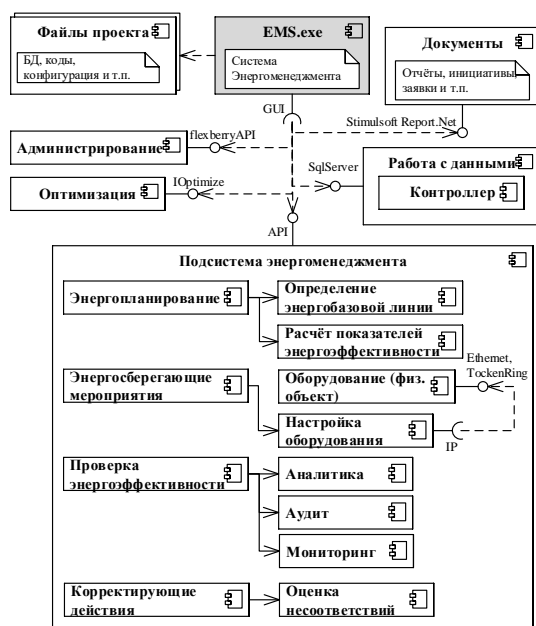


Рис. 2. Фрагмент диаграммы компонентов для архитектуры ИС управления энергоресурсами

Заключение

В результате исследований были систематизированы требования к EMS системе и спроектирована ее архитектура. Разрабатываемая на основе предложенной архитектуры система реализует постоянное повышение эффективности управления энергоресурсами и оптимизацию потребления на основе цикла PDCA. Компоненты системы являются отдельными программными модулями с соответствующими интерфейсами, что позволит облегчить процесс внедрения системы на предприятии.

EMS системы, построенные на основе предложенной архитектуры, будут обеспечивать цифровизацию

процессов управления энергоресурсами предприятий и объектов ЖКХ за счет упрощенной интеграции с IoT контроллерами.

Список литературы:

1. Ледин, С. С. Интеллектуальные сети SmartGrid - будущее российской энергетики / Ледин С. С. // Автоматизация и IT в энергетике. – 2010. – № 11 (16). – С. 4-8.
2. Новиков, В. В. Интеллектуальные измерения на службе энергосбережения / Новиков В. В. // Энергоэксперт. – 2011. – № 3. – С. 68-70.
3. Франк, Т. Практика энергетического менеджмента // Энергосбережение. – 2006. – № 3. – С. 32-35.
4. Сеницын, С. А. Организация системы энергоменеджмента на предприятии / Сеницын С. А., Бабич В. И. // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2009. – № 6 (30). – С. 28-33.
5. Алешина, А. С. Энергоэффективный менеджмент в промышленности / Алешина А. С., Поршнева Г. П., Скулкин С. В. // Научно-технические ведомости СПбГУ. Наука и образование. – 2012. - № 2. – С. 106-110.
6. Беспроводные системы мониторинга / ИТМиВТ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ipmce.ru/custom/sensornetworks> (дата обращения: 25.12.2018).
7. Системы мониторинга складов / UP-SYSTEM [Электронный ресурс]. – URL: <http://enocan.com.ru/primery-reshenij/27-besprovodnoj-monitoring-klimaticheskikh-parametrov-dlya-skladov> (дата обращения: 25.12.2018).
8. Марченко, Г. Н. Перспективы использования нового международного стандарта ISO 50001 (система энергоменеджмента) / Марченко Г. Н., Ахметова И. Г., Марченко М. Д. // Проблемы энергетики. – 2012. – № 9-10. – С. 135-140.
9. Кычкин, А. В. Исследование эффективности создания и внедрения системы энергоменеджмента на промышленном предприятии / Кычкин А. В., Мусихина К. Г., Разепина М. Г. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 1 (9). – С. 66-79.
10. Перминов, А. А. Использование различных приборов учета энергоресурсов в единой системе сбора данных // Современные технологии автоматизации. – 2005. – № 1. – С. 48-51.
11. Кычкин, А. В. Распределенная система энергомониторинга реального времени на основе технологии IoT / Кычкин А. В., Артемов С. А., Белоногов А. В. // Датчики и системы. – 2017. – № 8-9 (217). – С. 49-55.
12. Салихов, Т. П. Энергомониторинг как инструмент повышения энергоэффективности жилых и общественных зданий / Салихов Т. П., Худаяров М. Б. // Энергосбережение и водоподготовка. – 2015. – № 5 (97). – С. 54-60.
13. Teodoro, K. From logging pipeline network to the efficiency // Ferrous metals. – 2014. – № 4 (988). – P. 102-104.
14. Потапенко, Е. А. Мониторинг систем отопления в составе автоматизированной системы диспетчерского управления / Потапенко Е. А., Воробьев Н. Д., Потапенко А. Н. // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. – 2003. – № 5-6. – С. 120-123.