

В траектории показателя № 4, характеризующего состояние одного из элементов оборудования энергоблока, вес тренда очень велик (99,816). Периодические составляющие тренда настолько малы, что существование этих особенностей может объясняться как погрешностями определения (измерений, расчетов и обработки) данного показателя, так и другими факторами, влияние которых выделить затруднительно. Наличие и вид тренда для данного параметра можно связать с траекторией параметра № 1. Известно, что при увеличении электрической нагрузки энергоблоком (выработки пара котлом) присосы воздуха в хвостовые поверхности котла, а, следовательно, и содержание кислорода в уходящих газах, снижаются. Как отмечалось выше, п. № 4 в определенной мере характеризует состояние элементов оборудования энергоблока, но выделить изменение этого состояния при имеющихся данных затруднительно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басавин А.А. Информационно-управляющая система объектов транспорта газа ООО «Тюментрансгаз» // Связь ПРОМ 2004 в рамках Азиатского международного форума «Связь-ПромЭКСПО 2004: Труды Междунар. научно-практ. конф. – г. Екатеринбург, 5–6 мая 2004. – Екатеринбург: ЗАО «Компания Реал-Медиа», 2004. – С. 364–378.
2. Поршнев С.В., Степаненко В.А., Калмыков А.А. Диагностика газоперекачивающих агрегатов на основе анализа технологической информации. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 203 с.

Заключение

Полученные результаты подтверждают правомерность выбора метода главных компонент (SSA) для анализа ТЭП, собираемой информационным комплексом ТЭЦ, которые представляют собой короткие временные ряды. С помощью данного метода оказывается возможным осуществлять декомпозицию анализируемых временных рядов, выделяя их компоненты, в том числе тренды и гармонические составляющие. Получаемые результаты, в отличие от классических методов спектрального оценивания, имеют однозначную трактовку с технологической точки зрения. Они и не противоречат экспертному и термодинамическому представлениям о работе ГРЭС.

Полученные результаты целесообразно использовать при модернизации методик оценки текущего состояния энергетического оборудования.

3. Главные компоненты временных рядов: метод Гусеница / Под ред. Д.Л. Данилова и А.А. Жиглявского. – СПб.: СПбГУ, 1997. – 307 с.
4. Выделение аддитивных компонент временного ряда на основе метода «Гусеница» [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.pdmi.ras.ru/~theo/AutoSSA.html>. – 03.08.2003.

Поступила 14.07.2008 г.

УДК 004.896

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ В СИСТЕМЕ «УМНЫЙ ДОМ»

Д.В. Байгозин, Д.Н. Первухин, Г.Б. Захарова

Уральский государственный технический университет
Уральская государственная архитектурно-художественная академия, г. Екатеринбург
E-mail: gb555@k96.ru; pervuhin@artsoft.ru

Предложены общие принципы реализации программно-аппаратного комплекса для интеллектуального управления инженерным оборудованием в системе «умный дом». Принципы заключаются в использовании стандартного оборудования, связанного открытыми протоколами передачи данных, в выделении трех уровней управления (физический, логический и интеллектуальный) и применении распределенной базы знаний, допускающей дистанционное управление. Подход реализован на примере учебно-методического гидравлического стенда.

Ключевые слова:

Промышленная автоматизация, «умный дом», инженерное оборудование зданий, база знаний, программно-аппаратный комплекс, гидравлический стенд-тренажер.

Введение

Создание систем автоматизированного управления инженерным оборудованием зданий и сооружений является новейшим направлением в области промышленной автоматизации, которое называют

Smart House – «умный дом» и определяют как комплексный набор технических средств и программного обеспечения для построения интегрированной системы автоматизации инженерных подсистем. К таким подсистемам относятся отопление, водоснабжение, кондиционирование, освещение,

подсистемы доступа, охраны и безопасности, аудио-видеотехники (мультирум) и ряд других.

Автоматизация управления оборудованием даёт ряд неоспоримых преимуществ на всех уровнях вне зависимости от глубины внедрения. Это снижение энергозатрат, эксплуатационных издержек, увеличение безопасности, контроль износа оборудования и действий персонала, упрощение управления системой в целом, и, как следствие, предупреждение и предотвращение аварийных ситуаций, технологичность процесса управления объектом с возможностью составить индивидуальную программу работы для каждой подсистемы и многое другое [1].

Поскольку «умный дом» является составляющей такого многогранного понятия как промышленная автоматизация, то универсальные настраиваемые средства могут являться основополагающими элементами для организации всего процесса управления с переходом от дискретных подсистем к полной автоматизации и связям с высокоуровневыми приложениями вплоть до формирования отчетов о потребленных ресурсах [2, 3].

На сегодняшний день в мире разработаны и внедрены сотни различных систем автоматизации технологических процессов. Но, во-первых, они мало применимы в России без адаптации, так как разработаны с учётом западных или американских стандартов управления. Во-вторых, практически не существует поддержки подобных решений в России — автоматизация является длительным и трудоемким процессом, требующим постоянного участия предметного специалиста и разработчика и поставщика оборудования. При этом основная сложность заключается в отсутствии общего подхода к реализации систем. Поэтому задача построения единых принципов и универсальных моделей и технологий интеграции инженерного оборудования является актуальной.

1. Принципы интеллектуального управления

Управление сложным технологическим процессом требует от потенциального оператора умения самостоятельно выполнять технологические инструкции, опираясь на знания и опыт, и отдавать верные команды автоматизированной системе. С целью повышения эффективности управления и минимизации человеческого фактора автоматизированная система управления должна быть наделена интеллектуальными функциями. Современные информационные технологии дополняют традиционные методы управления применением онлайн-баз знаний и модулей анализа текущих результатов без участия человека.

Охватывая весь спектр задач, возникающих на разных этапах и уровнях разработки и реализации автоматизированной системы, выделим следующие принципы интеллектуального управления инженерным оборудованием.

1) Принцип деления системы на уровни.

На рис. 1 показана структурно-функциональная схема автоматизированной системы управления объектами. В соответствии с выполняемыми ею функциями выделим три уровня:

- **Физический.** Состоит из конкретных видов оборудования, аналоговых датчиков и контроллеров с конфигурируемой прошивкой. Характеризуется возможностью первичной обработки информации, описывается физической моделью монтажа оборудования. В прошивку закладываются правила, которые описывают нормальный режим работы оборудования в соответствии с эксплуатационными характеристиками. Параметры, получаемые от оборудования, сравниваются с номинальными значениями, происходит первичная корректировка режимов работы системы. Прикладной программист может изменять программу, вносить новые режимы, устанавливать ограничения и конфигурировать оборудование.
- **Логический.** Происходит сбор, обработка, хранение и сравнительный анализ информации, полученной от контроллеров нижнего уровня. На этом уровне фиксируются отклонения от нормального режима работы. При критических значениях — сигнализация и комплекс оперативных управляющих воздействий во избежание аварийного отключения оборудования. Физически состоит из программируемых контроллеров и сервера обработки, хранения и передачи данных.
- **Интеллектуальный.** Включает распределенную базу знаний, состоящую из двух частей. Инструментальная база знаний содержит набор правил по управлению программным и аппаратным обеспечением. Тематическая — набор правил, сформулированных предметным специалистом для реализации технологических инструкций по управлению системой. Немаловажная роль отводится эргономичному пользовательскому интерфейсу, посредством которого оператор выполняет управление оборудованием.

2) Принцип использования определенных типов оборудования.

Направлен на повышение отдачи от автоматизации путём снижения количества процедур за счёт унификации оборудования, программных модулей и интерфейсов. На каждом из логических уровней оборудование должно соответствовать общепринятым стандартам автоматизации, состоять из типовых устройств, таких как контроллеры, шины связи, модули ввода-вывода, системы отображения информации.

3) Принцип применения открытых протоколов передачи данных.

Необходимо использовать открытые протоколы передачи данных, поддерживаемые применяемым

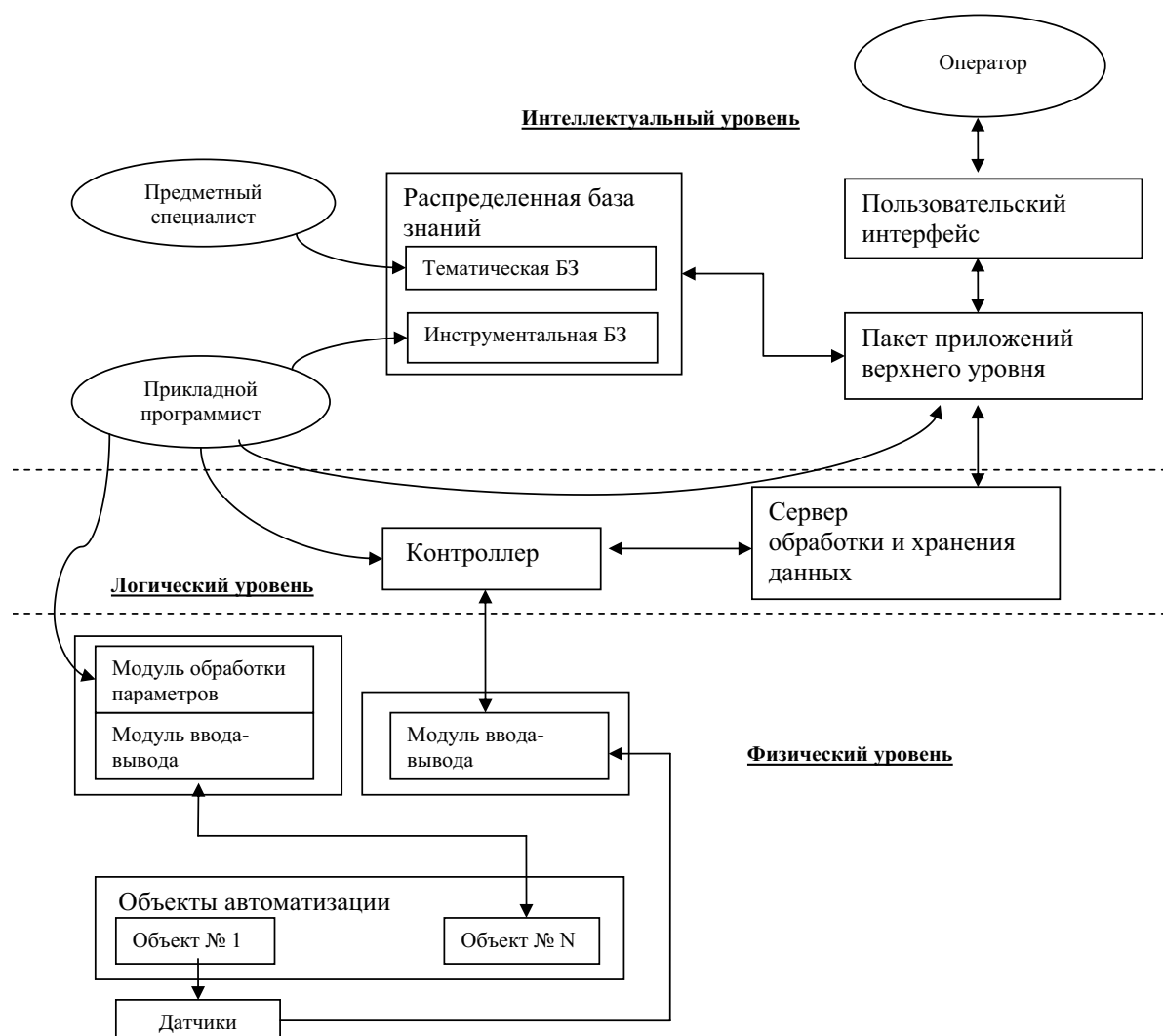


Рис. 1. Структурно-функциональная схема системы автоматизированного управления объектами

оборудованием и основанные на единых стандартах. Поскольку системы рассчитаны на постоянную техническую поддержку, должна быть возможность пополнения базы знаний новыми технологическими инструкциями и правилами на основе дистанционного управления.

4) Принцип использования распределенных баз знаний.

Распределенная база знаний, состоящая из инструментальной и тематической компонент, имеет гибкие возможности по оперативному управлению объектом. Наделена функциями редактирования, оперативного пополнения через подсистемы архивирования и анализа данных (пакет приложений верхнего уровня).

Представленная на рис. 1 схема разработана в соответствии с предложенными принципами. На нижнем уровне происходит съем значений параметров в режиме реального времени. Допускаются объекты различных типов: одни с непосредственным съемом через аналоговые датчики, а вторые – через прошивку управляющего модуля. На 2-м уровне все снятые с контроллеров параметры поступают на сервер первичной обработки данных, где происходит накопле-

ние текущей информации, сопоставление с нормальными значениями и выработка управляющих воздействий. И наконец, приложения верхнего уровня реализуют интеллектуальные функции системы.

2. Применение подхода на реальном объекте

Реализация вышеприведенных принципов делает данный подход доступным для широкого применения, в данном случае, это учебно-демонстрационный стенд, разработанный для фирмы-поставщика оборудования, по управлению системой отопления. Основными управляемыми элементами стенда являются насосы немецкой фирмы Wilo двух типов: насосы Stratos, оснащенные серийными устройствами управления (на рис. 2 они расположены слева), и насосы TOP-E – с постоянным числом оборотов (на рис. 2 – три насоса справа). Насосы образуют сложную систему, которая с точки зрения управления является технологическим объектом с взаимосвязанными параметрами.

Поведение насосной системы определяется набором измеряемых физических параметров:

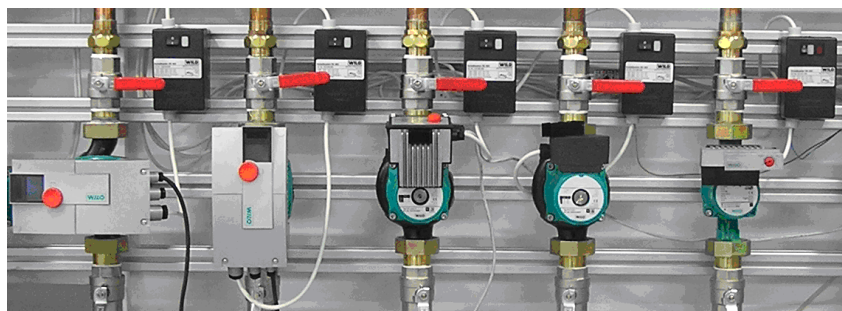


Рис. 2. Фрагмент программно-аппаратного комплекса: два типа насосов на учебно-методическом стенде-тренажере

$$HC = \langle D, P, V, H, Q, U, I, N, T \rangle,$$

где D – давление, P – мощность, V – объемный расход, H – напор, Q – подача, U – напряжение, I – сила тока, N – количество оборотов, T – температура. Управляющими параметрами, установкой которых можно влиять на состояние объекта, является группа $\langle Q, V, U, I, T \rangle$, выходные управляемые параметры – $\langle H, P, \Delta d, N \rangle$, где Δd – перепад давления.

Для изучения различных режимов функционирования объекта создается модель его поведения в виде продукционных правил, основанных на контроле изменения выходных параметров. Это позволит формировать прогноз поведения объекта и соответственно обучать технический персонал управлению насосом, в том числе, предупреждать аварийные ситуации [4].

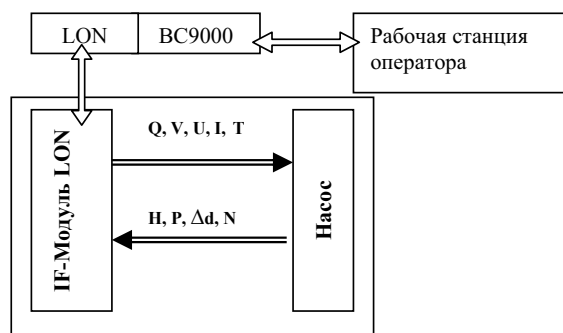


Рис. 3. Управление насосной системой

Управление насосной системой (рис. 3) осуществляется по LON (Local Operation Networking) протоко-

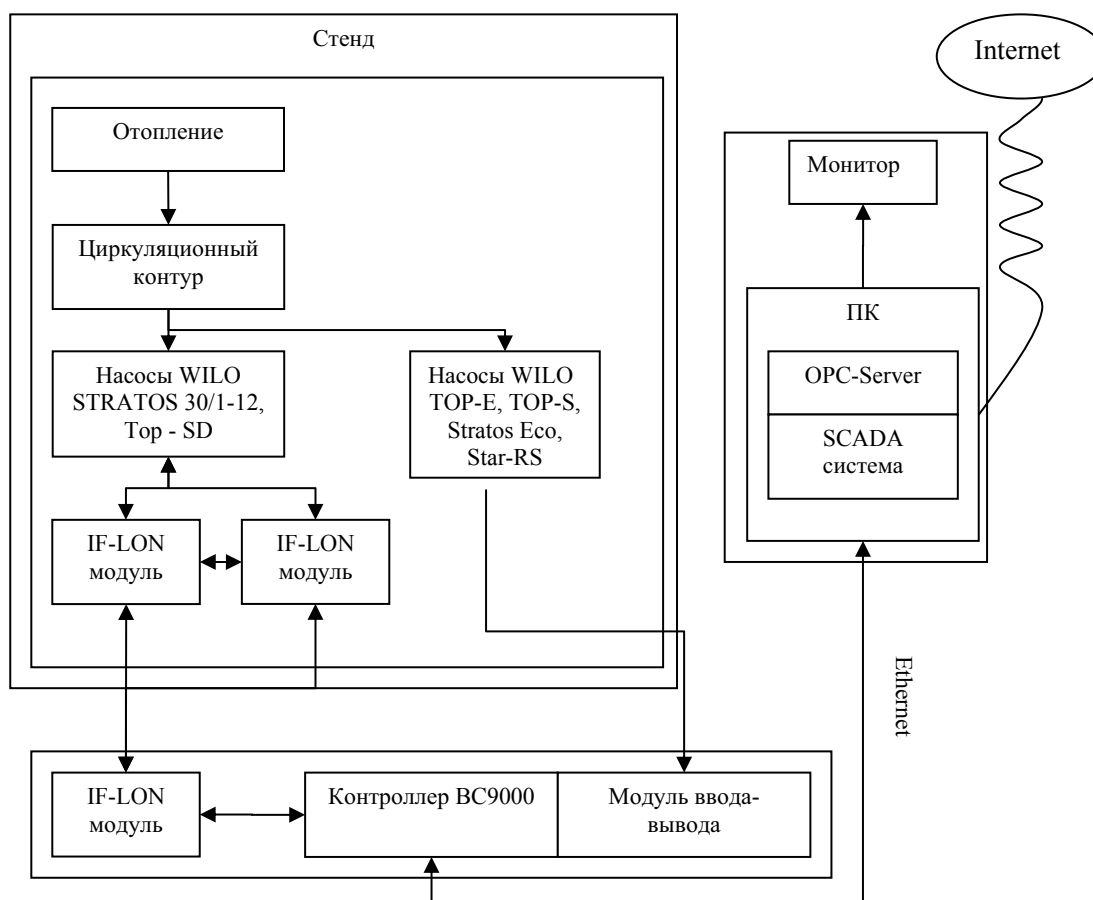


Рис. 4. Структурная схема стенда-тренажера

лу посредством IF-модуля. IF-модуль LON предназначен для подключения электронных насосов Wilo к сети LonWorks. Локальная операционная система позволяет дистанционно задавать насосу номинальные значения, режимы работы, передавать данные от внешних датчиков, считывать рабочие параметры с насоса и сообщения о сбоях. LON – открытая, независимая от производителя стандартная система шин, поддерживает различные типы переменных, определенные стандартом, принятым консорциумом мировых производителей. IF-модуль можно конфигурировать для заданных условий посредством файлов конфигурации. Уникальность IF-модуля LON состоит в том, что на его базе можно разрабатывать системы дублирования и автоматической сигнализации. BC9000 – программируемый контроллер фирмы Beckhoff.

На рис. 4 приведена схема стенда-тренажера по управлению насосной системой. Здесь IF-модуль LON функционально разделен на два объекта: объект-узел и объект-регулятор насоса. Объект-узел служит для управления отдельными устройствами в пределах узла, а также обобщения сигналов о сбоях в узловых устройствах (насос, датчик). Управление параметрами подразумевает разработку алгоритмов и правил функционирования. Осуществляется мониторинг параметров системы в режиме реального времени и фиксация отклонений от нормы. Параметры обрабатываются IF-модулем, и по LON протоколу сигналы о состоянии передаются на программируемый контроллер. Контроллер обрабатывает сигналы, на основании заложенной логики, выдает управляющее воздействие и сигналы оповещения техническому персоналу. Оператор может работать как с программируемым контроллером, так и непосредственно с IF-модулем LON, через интерфейс, реализованный в SCADA-системе (Supervisory Control And Data Acquisition System) [5].

Стенд функционально разделен на три блока:

- комплекс взаимосвязанных насосов различного типа с IF-модулями LON, организующими уровень физического соединения с управляемыми устройствами;
- управляющий блок, состоящий из центрального контроллера и многоуровневой сети контроллеров, связанных с датчиками насосов с постоянным числом оборотов;
- рабочая станция оператора (PC) с интерактивной доской и проектором.

Обмен информацией между вышеуказанными комплексами производится следующим образом: модуль насосов посредством сети LonWorks под-

ключается к модулю контроллеров, который связан с PC через Ethernet.

Комплекс контроллеров и рабочая станция образуют подсистему сбора оперативной информации, обеспечивающую измерение эксплуатационно-технологических параметров стенда.

Основным объектом данного модуля является OPC-сервер, который отвечает за получение данных, запрошенных клиентом, от соответствующего устройства управления процессом. Технология OPC позволяет различным программным модулям, разработанным самостоятельно или другими компаниями, взаимодействовать друг с другом через унифицированный интерфейс. В данном случае применяется Automation interface.

Взаимодействие между оператором и OPC-сервером реализуется с помощью программного обеспечения класса SCADA. Основные функции SCADA-систем заключаются в сборе данных о контролируемом технологическом процессе и управлении этим процессом на основе собранных данных, а также правил, выполнение которых обеспечивает наибольшую эффективность и безопасность технологического процесса.

Данный стенд реализуется в SCADA-системе GENESIS32 8.0, которая обладает богатыми функциональными возможностями по визуализации сигналов, архивированию информации в открытых базах данных и возможностью дистанционного подключения к ним, построению распределённых систем, в том числе, Интернет и Интранет. Единый навигатор данных позволяет одновременно получать доступ к текущим и историческим данным, тревогам, а также подключаться в реальном времени к базам данных.

Все эти возможности позволяют реализовать эргономичный графический интерфейс оператора. Создается реалистическая визуальная модель объекта с возможностью отображения как отдельных компонент, так и системы в целом, различных видов графиков и протоколов наблюдения параметров. Логические модели объекта управления и управляющего блока позволяют оперативно просчитывать и отображать прогноз поведения объекта в зависимости от вводимых значений параметров до их физической установки на стенде.

Важным свойством учебно-демонстрационного стенда является возможность его применения в режиме удаленного доступа, что позволит осуществлять подготовку и аттестацию большого количества технического персонала по управлению сложным и дорогостоящим технологическим объектом в режиме реального времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Thompson G., Lordan M. A review of creativity principles applied to engineering design. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers // Part E: Journal of Process Mechanical Engineering. – 1999. – V. 213. – № 1.
2. Максименко В.А. «Интеллектуальное здание»: автоматизированная система диспетчерского управления // СтройПРОФИль. – 2003. – № 5. – С. 20.
3. Соловьев М.М. Интеллектуальное здание. Понятия и принципы // Строительная инженерия. – 2005. – № 3. – С. 10.
4. Дозорцев В.М. Обучение операторов технологических процессов на базе компьютерных тренажеров // Приборы и системы управления. – 1999. – № 8. – С. 31–33.
5. Локотков А.В. Что должна уметь система SCADA // Современные технологии автоматизации. – 1998. – № 3. – С. 14–17.

Поступила 14.07.2008 г.