

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА, РЕГУЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА РЕЖИМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

В.П. Чипулис (Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН)

Представлен опыт разработки, внедрения и сопровождения информационно-аналитических систем, эксплуатируемых на объектах теплоэнергетического комплекса Приморского края России. Рассмотрены функциональные возможности систем в части ретроспективного анализа результатов измерений.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, мониторинг, источник и потребитель теплоты, результаты измерений, регрессионный анализ¹.

Внедрение информационных технологий в теплоэнергетике до недавнего времени сдерживалось дефицитом и несовершенством средств измерений, не позволяющих получить достаточно полную и достоверную информационную базу. Измерительные приборы нового поколения, пришедшие на смену морально устаревшим в начале 90-х годов XX века, в корне изменили ситуацию. Они обеспечили возможность не только осуществлять измерения с высокой точностью, но и выполнять их первичную обработку, накопление в архивах (часовых, суточных, месячных) с последующей передачей в ПК. Стало реальностью формирование БД результатов измерений для большого числа объектов за значительные интервалы времени (месяцы и годы). Такого рода информация представляет безусловный интерес как для проведения научных исследований, так и для решения конкретных практических задач.

Существенный прогресс в решении проблемы повышения энергоэффективности может быть достигнут за счет максимальной автоматизации процессов сбора, накопления и обработки результатов измерений параметров с целью обеспечения энергосберегающих режимов эксплуатации объектов теплоэнергетики (ОТЭ). Наличие современной алгоритмической базы и мощных вычислительных ресурсов открывает большие перспективы использования результатов измерений для решения задач диагностирования технического состояния, анализа и управления ОТЭ.

Появление новых возможностей, связанных с использованием информационных технологий в теплоэнергетике, послужило мощным стимулом к разработке информационно-измерительных систем. Общим для большинства из них является реализация таких функций, как сбор результатов измерений, передача их в компьютер и накопление БД, мониторинг, визуализация данных в виде графиков, таблиц, отчетов. Однако существуют другие, не менее интересные, важные и гораздо более сложные задачи. Решение их также опирается на использование БД результатов измерений, но не может быть получено с использованием информационно-измерительных систем и требует более глубокого и трудоемкого анализа информации. Выделим наиболее понятные и актуальные из этих задач.

¹По материалам доклада: *Чипулис В.П.* Информационно-аналитические системы мониторинга, регулирования и анализа режимов функционирования объектов теплоэнергетики // 3-я междунар. научная конф. "Автоматизация в промышленности". М.: ИПУ РАН. 2009.

1. Проверка соответствия режимов эксплуатации ОТЭ и установленных на них контрольно-измерительных приборов требованиям нормативной базы и при необходимости определение причин отклонения от этих требований. Поскольку нарушения требований нормативной базы могут привести к весьма негативным последствиям (аварийные ситуации, финансовые потери при коммерческом учете потребляемых ресурсов), эта проблема представляется первоочередной и ей необходимо уделять постоянное внимание.

2. Оценка степени соответствия фактических характеристик теплопотребления нормативным. Решение этой задачи требует предварительной выработки критериев, имеющих понятный пользователю физический смысл и позволяющих количественно оценить параметры теплопотребления.

3. Выявление базовых зависимостей параметров функционирования ОТЭ с учетом их реального технического состояния.

Необходимость определения зависимостей с учетом реального технического состояния объекта определяется тем обстоятельством, что модельные зависимости, закладываемые в процессе проектирования ОТЭ, с течением времени после ввода объекта в эксплуатацию (а нередко и сразу) перестают быть адекватными и поэтому не могут использоваться, по крайней мере, эффективно для управления объектом.

Системы, в которых существенный акцент делается на анализ результатов измерений, связанный с решением отмеченных выше задач, будем называть информационно-аналитическими системами (ИАС).

В качестве примера кратко остановимся на возможностях трех ИАС, разработанных в ИАПУ ДВО РАН и эксплуатируемых применительно к двум классам ОТЭ — потребителям и источникам тепловой энергии.

Примеры реализованных информационно-аналитических систем

В г. Владивостоке с 2000 г. эксплуатируется рабочая версия ИАС оперативного наблюдения и ретроспективного анализа режимов функционирования потребителей тепловой энергии (СОНА) [1]. Система предназначена для широкого круга пользователей — технических специалистов, представителей администрации, финансовых служб, а также полезна

при проведении научных исследований. Основное практическое применение системы связано с сервисным обслуживанием тепловых узлов и установленных на них приборов учета тепловой энергии.

Первоначальным источником информации для работы системы являются тепловычислители, хранящие результаты измерений, поступающие с датчиков расхода, температуры и давления и осуществляющие их первичную обработку (в частности, вычисление потребляемой тепловой энергии). Система предназначена для реализации следующих основных функций:

- считывание с архивов тепловычислителей результатов измерений с последующей передачей в ПК (с помощью оптической головки, модемной телефонной или сотовой связи);

- своевременное обнаружение нештатных и критических ситуаций;

- мониторинг с отображением на карте текущего технического состояния наблюдаемых объектов;

- экспресс-анализ результатов измерений и выработка рекомендаций для корректировки режимов функционирования объектов;

- визуализация результатов измерений на задаваемом пользователем интервале времени (графики, таблицы, отчеты);

- сравнительный анализ фактических и нормативных режимов эксплуатации объектов;

- получение и визуализация интегральных характеристик теплоснабжения для групп объектов-потребителей тепловой энергии, выделяемых пользователем по ведомственному, административному, географическому признакам, источнику теплоты и т.д.;

- фильтрация результатов измерений и формирование зависимостей между измеряемыми и вычисляемыми системой параметрами с учетом реального технического состояния объекта;

- выработка рекомендаций по корректировке эксплуатационных режимов объекта.

С 2004 г. новая версия ИАС СОНА, обладающая расширенными функциональными возможностями и ориентированная на работу с более широкой номенклатурой интеграторов, внедрена и используется при сервисном обслуживании объектов социальной сферы г. Артема. ИАС СОНА является основной интеллектуальной составляющей информационно-аналитического центра (ИАЦ) теплотехнического комплекса, развиваемого в ИАПУ ДВО РАН совместно с инжинирингово-внедренческой компанией ВИРА.

ИАЦ базируется на использовании взаимосвязанного комплекса программных, технических средств и информационного обеспечения и включает [2, 3]:

- телекоммуникационные средства сбора и дистанционной передачи в вычислительную сеть результатов измерений основных параметров ОТЭ;

- АРМы, объединенные в сеть, с различным набором функциональных пользовательских возможностей;

- средства накопления и ведения БД – информационное обеспечение ИАЦ;

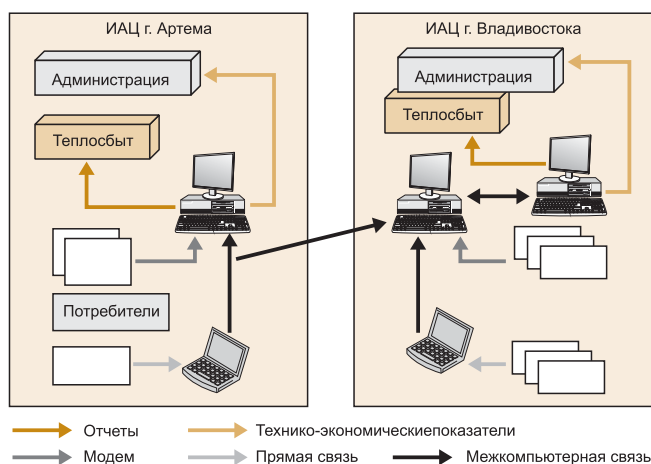


Рис. 1. Архитектура системы

- программные средства мониторинга, оценки технического состояния, анализа ретроспективной информации, выработки управляющих решений.

На рис. 1 представлена архитектура системы сбора и обмена данными ИАЦ. К настоящему времени функционирует первая очередь локального ИАЦ г. Артема и основного ИАЦ г. Владивостока. При этом в ИАЦ г. Артема выполняется лишь экспресс-анализ результатов измерений с выработкой рекомендаций по нормализации режимов эксплуатации тепловых узлов, а более детальный анализ осуществляется в ИАЦ г. Владивостока.

Подобного рода задачи, связанные с информационно-аналитическим обеспечением теплоэнергетических объектов, но более масштабные, сложные и функционально разнообразные, возникают при техническом обслуживании источников теплоты – ТЭЦ, котельных, бойлерных. При этом не только в значительной степени возрастает и усложняется информационная база результатов измерений, обусловленная широким спектром и большим числом измерительного оборудования, устанавливаемого (причем, как правило, на значительном расстоянии друг от друга) на источниках теплоты, но и возникает еще один существенный аспект, усложняющий разработку информационно-измерительных и аналитических систем. Он связан с необходимостью создания совокупности АРМ с различным набором пользовательских функций. Естественно, что все АРМ должны быть объединены в локальную вычислительную сеть, источником обрабатываемых данных для которой являются архивы контрольно-измерительных приборов. Программное управление такого рода системным объектом, включающим совокупность разнотипных (в том числе и по форматам архивируемых данных) контрольно-измерительных приборов, коммуникационных средств передачи данных в базовый компьютер и распространения их по локальной сети, является, безусловно, нетривиальной задачей.

В конце 2001 г. коллектив сотрудников и ИАПУ и компании ВИРА завершил работы по созданию рабочей версии ИАС источников теплоты – ИСМА-ОКЕАН. Система внедрена и эксплуатируется в ко-

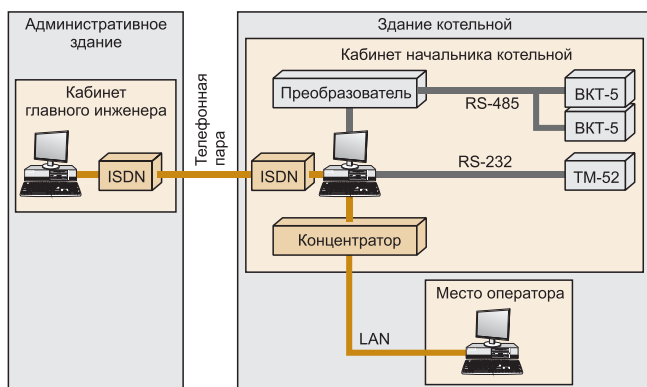


Рис. 2. Локальная компьютерная сеть системы ИСМА-ОКЕАН

тельной Всероссийского детского центра "Океан" в пригороде г. Владивостока. Общая функциональная схема котельной приведена на рис. 2.

Задачи, решаемые системой, концентрируются в двух направлениях:

- мониторинг (наблюдение в РВ за параметрами функционирования объекта, сопровождаемое выявлением нештатных и критических ситуаций с последующим оповещением пользователя об их возникновении);
- ретроспективный анализ накапливаемых и хранимых системой результатов измерений.

На объекте установлены ультразвуковые датчики расхода Ultraflow II, SONO 2500, SKU (холодная и сетевая вода, горячее водоснабжение – ГВС, подпитка, мазут); вихревые датчики расхода V-BAR 700 (пар); датчики давления КРТ-СТ и КРТ-1 (сетевая вода, ГВС, мазут); датчики уровня (баки-аккумуляторы, резервуары с мазутом); термометры сопротивления РТ 500, 100 П (вода, пар, мазут, наружный воздух).

Сигналы с датчиков передаются на многоканальный термометр ТМ 5231 и на два интегратора ВКТ-5, имеющих почасовой архив, а с них по интерфейсным линиям связи данные поступают в компьютер. Период считывания задается пользователем и варьируется в диапазоне 0,5...60 мин с интервалом 0,5 мин. БД системы пополняется из почасовых архивов интеграторов каждый текущий час. Для тех температурных параметров, которые не отражены в архивах ВКТ-5, системой формируется свой почасовой архив.

Система установлена на компьютерах главного инженера, начальника теплового цеха и оператора, объединенных в локальную сеть. На каждом из них в РВ можно наблюдать динамику функционирования объекта по каждому из измеренных (или вычисленных интеграторами ВКТ-5) параметров. Кроме того, на дисплее отражаются другие, вычисляемые системой параметры – уровни мазута и воды в соответствующих резервуарах, а также объемы их заполнения. Общий вид отображаемой на дисплее информации в режиме мониторинга представлен на рис. 3.

Одна из основных, наиболее ответственных функций системы – обнаружение нештатных и критических ситуаций и своевременное оповещение об их воз-

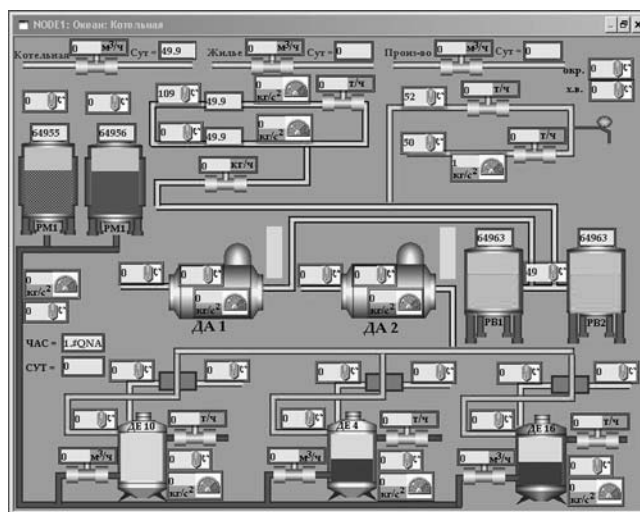


Рис. 3. Общий вид экрана дисплея в режиме мониторинга

никновении. Пользователю предоставлена возможность настройки диапазона нормативных и допустимых значений для каждого из измеряемых параметров. При выходе измеренной величины параметра за пределы нормативной включается предупредительная сигнализация – по желанию пользователя либо статическая визуальная (значение параметра обрамляется красной рамкой), либо динамическая (мигающая красная рамка). При возникновении критической ситуации, способной привести к аварии, включается аварийная сигнализация – динамическая, сопровождаемая для усиления восприятия звуковой.

Помимо этого, для каждого из контролируемых параметров пользователем задается допустимый интервал "устаревания" данных – период времени, в течение которого измеренные значения параметра не обновляются. Превышение интервала свидетельствует о том, что результатам измерения нельзя доверять. Такая ситуация возникает обычно при нарушении канала связи "прибор-компьютер" либо при неисправности локальной сети, либо в том случае, когда один из компьютеров – источник информации для другого выключен. Реализовано программное диагностирование такого рода дефектов и для каждого из них предусмотрена соответствующая визуальная сигнализация.

Во все последующие годы после ввода в эксплуатацию ИСМА-ОКЕАН выполнялись работы, связанные с расширением функциональных возможностей системы и распространением ее на всю инженерную инфраструктуру объекта.

Основные функциональные возможности ИАС ретроспективного анализа результатов измерений

Построение и визуализация графиков. Графики подразделяются на стандартные и заказные. Стандартные графики реализуются через выпадающее меню, содержащее набор параметров и их сочетаний, подлежащих (по заданию пользователя) графическому представлению. Формирование и отображение заказных графиков предполагает предварительное задание

пользователем функции (от параметров архивных переменных, констант и времени), подлежащей программной интерпретации с последующим графическим представлением.

Стандартные графики подразделяются на графики:

- параметров (и их сочетаний) во времени;
- параметров (и их сочетаний), усредненных за каждый час суток заданного интервала времени — "среднее по часам".

Стандартные графики среднее по часам реализуются для тех же параметров и их сочетаний, которые были перечислены выше. Использование таких графиков многообразно и весьма полезно на практике. Так, график "среднее по часам" расхода подпиточной воды в закрытой системе теплоснабжения позволяет с большой достоверностью выявлять несанкционированный (систематический) водозабор потребителей. Этот же график применительно к расходу горячей воды позволяет установить динамику потребления горячей воды в течение суток и должным образом управлять ТП ГВС. Знание статистической зависимости суточного расхода пара создает предпосылки для оценки загруженности котлов и облегчения процесса регулирования их производительности.

Формирование таблиц значений параметров с различными интервалами времени (1, 6, 12, 24 ч, 7 суток и т.д.). В таблицах отражается тот же набор параметров, что и в стандартных графиках. Предусмотрен автоматический переход от таблиц к графикам и наоборот.

Формирование отчетов о потребляемых и вырабатываемых теплоисточником ресурсах. Система ориентирована на формирование и вывод на печать произвольных отчетов, то есть отчетов с различным содержательным наполнением. При этом подразумевается, что бланк отчета с указанием отражаемых в нем значений измеряемых и вычисляемых параметров указывается пользователем.

Информационно-аналитические системы АИСТ

В 2004–2005 гг. была разработана информационно-аналитическая система АИСТ для двух котельных г. Арсеньева. При этом было решено, учитывая опыт предыдущей разработки, не идти по пути ее адаптации к новым объектам, а создать принципиально новую систему на базе современных технологий в области инструментального обеспечения и разработки программных средств.

Объектами автоматизации являлись: котельная "Курс", работающая на твердом топливе и покрывающая потребности 1/3 тепловой нагрузки г. Арсеньева, и котельная "Интернат", работающая на жидком топливе (мазут) и отопляющая небольшой район на окраине города. Информационной базой для работы системы АИСТ являются результаты измерений контрольно-измерительного оборудования, установленного на объектах, с возможностями архивирования и/или передачи данных в ПК. Выбор контрольно-измерительных приборов осуществлялся в соответствии

с существующей схемой ТП и с учетом получения требуемых технико-экономических показателей, а также последующей автоматизации локальных контуров. Система охватывает различные ТП, такие как потребление холодной воды, деаэрация, выработка тепловой энергии, работа котлов, подогревателей, аккумулярование тепловой энергии для нужд горячего водоснабжения с последующим отпуском в теплосеть и др. Подбор оборудования осуществлялся с позиций обеспечения надежности, а также минимизации стоимости монтажных и пусконаладочных работ, так как при больших тепловых нагрузках существенно возрастает трудоемкость установки оборудования. В соответствии с этим для каждого котла при учете выработки пара было принято решение использовать погружные вихревые расходомеры. Для учета расходов воды на водогрейных котлах и в ТП подготовки воды были использованы ультразвуковые и электромагнитные расходомеры, что позволило увеличить точность измерений при большем динамическом диапазоне. Вследствие этого появилась возможность обнаружения утечек теплоносителя в ночные часы, которые нельзя было определить с использованием существующей диафрагмы вследствие нечувствительности в нижнем диапазоне измерений. Аналогичная ситуация прослеживалась и по второй котельной, где некоторые средства измерения просто отсутствовали.

На объектах было установлено следующее оборудование:

- датчики расхода ультразвуковые SKU-01, UltraflowII (сетевая вода, подпитка, мазут);
- датчики расхода электромагнитные ПРЭМ (расход воды через котлы, подпитка, деаэрация);
- датчики расхода вихревые V-BAR 700 (пар);
- датчики расхода механические ВСХ (холодная вода);
- датчики давления и уровня Метран-100 (напор воздуха, разрежение, зоны котла, конденсатные баки, баки-аккумуляторы запаса горячей воды, барабаны котлов, деаэраторы, редуционно-охлаждающая установка, питательные линии, мазут);
- термометры сопротивления 100П (вода, пар, мазут, воздух, дымовые газы);
- газоанализаторы O₂ и CO серии WDG-НПИИ компании Тегтох (дымовые газы).

Автоматическое поддержание постоянного давления в теплосети осуществляется частотным преобразователем FDU40-031-54CE фирмы Emotron, встроенным в шкаф управления насосами АЭП-40-031-54Ч-22А компании ADL. Установка необходимой величины давления возможна как непосредственно со шкафа управления, так и дистанционно с компьютера, при этом в системе учитывается потребляемая насосом электрическая энергия.

Вторичные приборы представлены контроллерами фирм Mitsubishi FX2N, OWEN TPM-138, модулями УСО ICP DAS I-7015, а также платами ввода аналоговых и импульсных сигналов AD-32L и ТМС-10

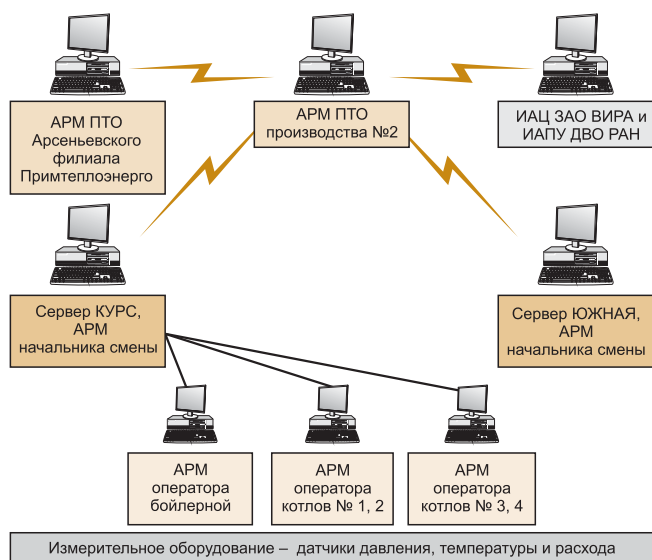


Рис. 4. Функциональная схема компьютерной сети системы АИСТ

производства ICP DAS, встроенными в промышленный компьютер. Данные от измерительных датчиков с помощью соответствующих контроллеров и драйверов системы Trace Mode отображаются средствами Монитора Реального Времени и записываются в БД РВ, встроенную в Trace Mode. С использованием разработанных средств репликации полученные результаты измерений попадают в общую БД системы, реализованную на основе СУБД MySQL.

Согласно ТЗ создана сеть АРМ с требуемым для каждого из них набором функциональных возможностей. На рис. 4 приведена функциональная схема локальная сеть системы АИСТ. АРМы операторов котлов и оператора бойлерной котельной "Курс" реализованы на базе промышленных компьютеров ES-161-Fanless (обеспечивающих повышенную надежность, защищенность от воздействий окружающей среды и непрерывную круглосуточную работу в течение длительного времени) и выполняют только функции удаленных консолей мониторинга. Для АРМ начальников смен обеих котельных использованы промышленные компьютеры ROBO-2000. Эти АРМ помимо функций мониторинга позволяют выполнять анализ ретроспективной информации. АРМ инженерно-технического и управляющего персонала с полным набором функциональных возможностей системы реализованы на базе Pentium IV-2800. Все компьютеры системы объединены в локальную сеть, обеспечивающую передачу данных между ними и доступ к общей БД, которая позволяет не только отслеживать работу всех объектов мониторинга, но и проводить анализ ретроспективной информации параметров функционирования ТП различными математическими методами, получать генерализованные (обобщенные) характеристики режимов работы, подготавливать необходимую отчетную информацию.

В процессе эксплуатации разработчики системы при помощи средств VPN (Virtual private network) по-

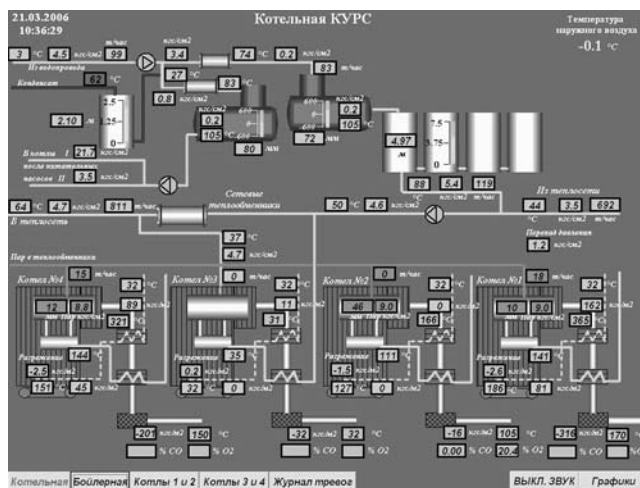


Рис. 5. Мониторинг котельной "Курс"

лучают возможность удаленного доступа к компьютерам системы через сеть Интернет для оперативного устранения сбоев в эксплуатации, внесения изменений в программные средства и их реконфигурации без выезда к заказчику.

Программно-аппаратный комплекс АИСТ представляет собой территориально распределенную систему со значительным удалением узлов, сочетающую свойства системы РВ и системы обработки ретроспективной информации.

Для передачи данных между удаленными узлами системы используется протокол TCP/IP, а в качестве физической среды передачи данных – оборудование ADSL, работающее по стандартной телефонной линии. Для защиты информации, передаваемой по открытым каналам сети Internet, была построена виртуальная частная сеть (VPN) с использованием шифрованного протокола IPSEC.

Программные средства для сбора информации с измерительных приборов и оперативного мониторинга ТП были разработаны в соответствии с отчетственным и мировым опытом построения подобных систем, с использованием SCADA-системы Trace Mode 5 компании AdAstra (Москва).

Несоответствие архива измеренных данных SCADA требованиям подсистемы ретроспективного анализа (ограниченный объем архива, сложность программного интерфейса доступа к данным архива, усеченная реализация SQL), а также необходимость организации сложной структуры конфигурационной информации потребовали использовать в качестве информационного ядра подсистемы полнофункциональную СУБД среднего класса. Поэтому была выбрана СУБД MySQL с открытым кодом, которая является одним из лидеров по скорости работы, гибкости и простоте использования. Для обеспечения переноса информации из архива Trace Mode в БД ретроспективного анализа системы на сервере сбора была разработана программа автоматического конвертирования данных. На рис. 5 в качестве примера представлена мнемосхема мониторинга котельной "Курс".

Основные программные модули ретроспективного анализа

Система ретроспективного анализа включает набор независимых программных модулей, ориентированных на решение требуемых прикладных задач и обладающих определенной функциональной направленностью. Взаимосвязь программных модулей осуществляется на уровне БД с использованием стандартных протоколов обмена данными ОС Windows.

Модуль формирования графиков. Пользователю предоставляется широкий набор возможностей графического отображения значений измеряемых и вычисляемых на их основе параметров. Среди них выделим следующие: до шести осей ординат (по три с каждой стороны), интерактивное масштабирование по каждой оси в отдельности с помощью мыши ("приближение-удаление", сжатие-растяжение, сдвиг), усреднение по времени (среднечасовые, среднесуточные, среднемесячные и т.д.), групповое усреднение (по часам суток, по дням недели), показ-скрытие отдельных графиков с помощью мыши. Промежутки времени по оси абсцисс для удобства могут быть размечены цветными полосами (дни недели, недели, месяцы, годы). Области значений тех или иных графиков (динамический, критический и др. диапазоны) размечаются цветными горизонтальными полосами. Графики можно распечатать на принтере и сохранить в графический файл. Вид графиков (цвет, ось, которой он принадлежит, единицы измерения и др.) настраивается.

Отметим, что для систематизации хранимых в БД результатов измерений используется система трехуровневой группировки: данные группируются в группы, группы – в наборы, а наборы – в конфигурации. Например, в конфигурации "Котельная Курс" имеются такие наборы, как "Котел №1", "Котел №2", "Теплосеть" и т.д. Далее в наборах по котлам имеются группы графиков и таблиц такие, как "Выработка тепла", "Параметры воды" или "Параметры пара" и т.д. А уже в группах находятся соответствующие параметры (теплота, расходы, температуры и т.д.).

В предыдущей разработке (система "ИСМА-ОКЕ-АН") также использовалась трехуровневая группировка данных. Однако лишь в последней версии системы появилась возможность настраивать конфигурации без внесения изменений в программу (настройки хранятся в БД).

Модуль формирования таблиц. Таблицы достаточно просты, но эффективны для анализа числовых рядов данных. Группы параметров, отображаемых в таблицах, не совпадают с группами параметров графиков. В таблицу можно одновременно поместить гораздо больше параметров, чем одновременно отображаются на графиках. Группы для таблиц (равно как и для графиков) настраиваются. В таблицах предусмотрено усреднение по времени, как и на графиках. Таблицы можно распечатать на принтере и сохранить в текстовый файл специального формата, который можно открыть в любой электронной таблице.

Модуль формирования отчетов обладает определенной универсальностью: формы отчетов настраиваемы, механизм представления данных в этих формах позволяет выполнять их математическую обработку. Так можно, например, создавать отчеты в виде сводных данных за отчетный период, в виде ряда усредненных данных (посуточные, почасовые отчеты) и т.д. Отчеты формируются за такие отчетные периоды, как сутки и месяц, либо с начала суток и с начала месяца (по текущий час или дату).

Модуль формирования температурного графика предназначен для построения фактического температурного графика источника теплоты по результатам измерения температуры в подающем и обратном трубопроводах теплосети. Модуль позволяет производить сравнительный анализ утвержденного для источника теплоты температурного графика и рассчитанного на основе измеренных данных за выбранный временной период.

Модуль формирования теплового режима предназначен для объективного анализа эффективности отпусков тепловой энергии в тепловую сеть посредством сравнения нормативных (расчетных) значений показателей функционирования источника теплоты как производителя тепловой энергии в системе теплоснабжения с фактическими данными, полученными в результате измерений. Сравняя фактические и расчетные параметры работы системы теплоснабжения, выявляют основные причины некачественного теплоснабжения.

Исходными данными для расчета нормативных показателей являются климатические данные региона, расчетные тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение и утвержденный для источника на данный сезон температурный график. Пересчет нормативных показателей ведется в зависимости от фактической температуры наружного воздуха, измеряемой на объекте автоматизации. В дополнение к графическому отображению параметров теплового режима реализована возможность визуализации сравнительных характеристик фактических и нормативных значений параметров (сравнение абсолютных значений параметров; определение относительного (в процентах) рассогласования между нормативным и фактическим значениями параметра; определение коэффициента превышения (занижения) фактического значения параметра над нормативным).

Модуль формирования зависимостей предназначен для выявления тенденции изменения измеряемых параметров с учетом их взаимосвязи. Регрессионный анализ основан на построении так называемой линии тренда (аппроксимации и сглаживания). Последняя позволяет графически отображать тенденции данных и прогнозировать их дальнейшие изменения. Результаты анализа впоследствии могут использоваться для составления прогнозов, оценки качества ТП и решения задач диагностики измерительного оборудования.

Программный модуль формирования зависимостей поддерживает два режима работы:

- простая регрессия — предполагает построения элементарной зависимости одного параметра от другого, причем это могут быть как измеряемые, так и рассчитываемые по формулам, задаваемым пользователем, величины. При работе в этом режиме на графике отображается набор данных, характеризующий распределение значений выбранных параметров, линия тренда и значение критерия достоверности аппроксимации;

- множественная регрессия позволяет формировать модели, отображающие фактическую зависимость одного параметра от множества других. Получаемые с его помощью эталонные зависимости, определенные по заведомо "правильной" информации, в дальнейшем используются для решения задач диагностирования физических и поведенческих дефектов объектов. Модуль позволяет графически сопоставлять на временной оси измеренные и вычисленные значения параметра, соответствующего функции, аппроксимирующей сформированную зависимость.

Основной эффект от внедрения системы АИСТ заключается в том, что ее использование позволяет обеспечить качественно новый уровень управления ТП котельных с использованием измерительного оборудования нового поколения и современных информационных технологий. Возможности системы ориентированы на обеспечение бесперебойного и качественного

*Чипулис Валерий Павлович — д-р техн. наук, ген. директор ЗАО "ВИРА", Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН, г. Владивосток.
Контактные телефоны (4232) 317-544, 310-221.
[Http://www.vladvira.ru](http://www.vladvira.ru)*

О ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ, МОНИТОРИНГЕ И ДИАГНОСТИКЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д.А. Марченко (ООО "ФЕСТО-РФ")

Сжатый воздух, используемый в пневмосистемах промышленного оборудования, является одним из самых дорогих энергоносителей. Предложены пути снижения потребления энергии за счет устранения утечек, мониторинга за расходом сжатого воздуха и оптимизации пневматической схемы, реализуемые на базе оборудования компании Festo.

Ключевые слова: пневмосистемы, энергоэффективность, сжатый воздух, утечки, мониторинг.

За последние несколько лет в большинстве отраслей промышленности обострилась ценовая конкуренция, что в свою очередь ставит перед компаниями задачу оптимизации своих затрат, включаемых в себестоимость продукции. В этой статье мы рассмотрим один из путей сокращения эксплуатационных издержек производства — повышение эффективности использования сжатого воздуха и снижение уровня его потребления, поскольку именно оптимизация этих расходов, а не экономия на стоимости комплектующих, дает наибольший экономический эффект, каждый день увеличивая размер сэкономленных средств.

Сжатый воздух, используемый в пневмосистемах промышленного оборудования, является одним из самых дорогих энергоносителей и вторым по популярности после электроэнергии. В Европе на генерацию сжатого воздуха тратится порядка 3,65 млрд. евро в год. Как показывает практика, в среднем около

теплоснабжения, поддержание оптимальных (энергоэффективных) эксплуатационных режимов котельных, а также получение реального экономического эффекта и, как следствие, сдерживание роста тарифов на тепловую энергию и горячую воду.

В настоящее время ведутся работы по проектированию, разработке и внедрению информационно-аналитических систем мониторинга и анализа котельной г. Большой Камень (вторая очередь, первая завершена в 2007 г.), инженерной инфраструктуры спорткомплекса "Спартак" и системы теплопотребления ОАО "Радиоприбор" (17 тепловых узлов) (г. Владивосток).

Список литературы

1. *Бабенко В.Р., Кузнецов Р.С., Орлов С.И., Чипулис В.П.* Система мониторинга и анализа режимов функционирования потребителей тепловой энергии // Информатизация и системы управления в промышленности. 2005. №7.
2. *Бабенко В.Н., Виноградов А.Н., Малышко А.В., Михальцов А.С., Орлов С.И., Чипулис В.П.* Автоматизация процессов мониторинга, регулирования и анализа режимов функционирования источников теплоты // Там же. 2004. №1.
3. *Виноградов А.Н., Гербек Ф.Э., Раздобудько В.В., Кузнецов Р.С., Чипулис В.П.* Учет и анализ параметров технологических процессов выработки тепловой энергии // Там же. 2006. №7.

30% сжатого воздуха, вырабатываемого на предприятии, расходуется впустую, что открывает огромный потенциал для экономии средств, расходуемых на обслуживание пневматических систем, производство и подготовку сжатого воздуха.

Причин неэффективного использования сжатого воздуха две — утечки и неоптимальный подбор пневматических элементов/просчеты в построении пневмосхем.

Утечки сжатого воздуха

Утечки воздуха малозаметны, но приводят к большим экономическим потерям. Так, отверстие в пневмомагистрали диаметром 2 мм приводит к потере более 1000 евро в год (из расчета, что средняя стоимость 1 м³ сжатого воздуха составляет 0,02 евро).

Причинами утечек могут быть изношенные или некачественные пневмоприводы и распределители,