

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ НА БАЗЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Е.В. Волошин, Р.С. Кузнецов, В.П. Чипулис (ИАПУ ДВО РАН)

Рассмотрены проблемы построения и перспективы развития АСУТП в теплоэнергетике. Особое внимание уделено платформе для разработки информационно-аналитических систем, созданной в ИАПУ ДВО РАН. Описаны отдельные аналитические модули платформы, которые расширяют функциональные возможности привычных SCADA-систем для автоматизации объектов энергетики. Показан пример реализации и описаны функциональные возможности эксплуатируемой в настоящее время информационно-аналитической системы, предназначенной для повышения надежности и энергоэффективности работы котельного оборудования в г. Большой Камень Приморского края.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, теплоэнергетика, энергоэффективность.

Введение

Одно из основных направлений деятельности Института автоматики и процессов управления (ИАПУ) ДВО РАН связано с разработкой, внедрением и сопровождением информационно-аналитического обеспечения для двух классов объектов теплоэнергетики (ОТЭ) Дальневосточного региона России – потребителей и источников тепловой энергии. Энергоэффективность является одним из самых актуальных на сегодняшний день направлений научных исследований, которые нацелены на решение глобальной проблемы изменения климата. Развитие исследований по новым энергосберегающим технологиям отражено в следующих зарубежных публикациях [1-3].

В ИАПУ ДВО РАН совместно с инжиниринговой компанией ВИРА и ИТ-компанией ИНФОВИРА выполняются работы по поэтапному развитию информационно-аналитического центра (ИАЦ) теплоэнергетического комплекса Приморского края. ИАЦ призван осуществлять дистанционный сбор и накопление результатов измерений основных параметров, мониторинг ОТЭ в реальном времени, анализ ретроспективной информации, поддержку энергосберегающих режимов функционирования, оценку эффективности внедряемых в теплоэнергетике технологий.

Основная стратегическая задача ИАЦ – интеграция разработок, связанных с внедрением информационных технологий на отдельных объектах и использующих в качестве информационной базы результаты измерений параметров ОТЭ. ИАЦ базируется на использовании взаимосвязанного комплекса программных, технических средств и информационного обеспечения и включает:

- телекоммуникационные средства сбора и дистанционной передачи в компьютерную сеть результатов измерений основных параметров объектов теплоэнергетики;

- средства накопления и ведения базы данных – информационное обеспечение ИАЦ;

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

ИАЦ обеспечивает индивидуальным и корпоративным пользователям оперативный доступ к информации об использовании энергоресурсов. Основными интеллектуальной составляющей ИАЦ являются информационно-аналитические системы (ИАС), в ко-

торых (в отличие от традиционных информационно-измерительных систем) основной акцент делается на анализ результатов измерений как в реальном времени, так и накапливаемых за значительные периоды времени (месяцы и годы).

Отметим опыт создания следующих законченных и эксплуатируемых в настоящее время информационно-аналитических систем (ИАС). В 2000 г. завершена разработка ИАС «СОНА» [4], используемой при сервисном обслуживании тепловых узлов и установленных на них приборов учета тепловой энергии. С 2001 г. в котельной Всероссийского детского центра «Океан» эксплуатируется ИАС мониторинга и анализа эксплуатационных режимов источников теплоты «ИСМА-ОКЕАН» [5]. Интенсивный процесс развития SCADA-систем побудил к разработке в 2004-2005 гг. ИАС АИСТ для двух котельных г. Арсеньев [6], реализующей функции мониторинга ТП выработки тепловой энергии с использованием SCADA TRACE MODE 5. Следующий шаг в развитии данного направления связан с разработкой аналитической платформы для создания ИАС [7]. Основная цель, которая при этом преследовалась, заключается в следующем. Платформа должна содержать единую БД и достаточно полный набор программных средств для решения задач анализа (ориентированных на использование этой БД), а также позволять оперативно, с незначительными временными затратами компоновать ИАС для конкретных объектов автоматизации. В 2006 г. на базе аналитической платформы завершена разработка промышленной версии ИАС «СКУТЕР» [8], в значительной степени отвечающей этому требованию. Информационной базой системы «СКУТЕР» являются результаты измерений приборов учета энергоресурсов (теплосчетчиков, электросчетчиков и регуляторов). Аналитическая платформа включает набор независимых программных модулей, ориентированных на решение требуемых прикладных задач и обладающих определенной функциональной направленностью. Отдельные модули системы связаны между собой по структуре данных, хранящихся в единой БД, и по соглашениям о формате и способах передачи конфигурационной информации между модулями с использованием стандартных протоколов обмена данными. Система реализует клиент-серверную архитектуру, основанную на использовании сер-

вера БД, доступной клиентским приложениям (модулям) посредством сети передачи данных (ТСР/IP).

Продолжением работ в этом направлении является поэтапная разработка ИАС для городской котельной в г. Большой Камень, связанная с введением в эксплуатацию нового технологического и измерительного оборудования.

Описание объекта автоматизации

На территории г. Большой Камень (Приморский край) расположены 12 муниципальных котельных. Десять из них являются локальными и не включены в единую теплосеть, они обеспечивают теплом и горячей водой отдельные здравоохранительные, административные учреждения и группы жилых домов. В настоящее время основным источником тепловой энергии для города является Котельная № 1 ОАО «Теплоком». Эта крупная котельная вырабатывает до 50 Гкал энергии в номинальном режиме и при планируемой модернизации будет способна отапливать весь город. Обеспечение температурного графика теплосети осуществляется с помощью пяти угольных котлов разной мощности: паровой № 6 (ввод в эксплуатацию — 2013 г.), водогрейные № 4 и № 5 (2009 г.) и паро-водогрейные № 1 и № 2. Паровой котел № 3 выведен из строя и ожидает замены. Основными пользователями системы являются операторы котлов во главе с мастером смены (дежурная смена). Они отвечают за стабильность ТП выработки тепловой энергии и наблюдают значения основных и вспомогательных параметров функционирования технологического оборудования в режиме реального вре-

мени. При строительстве котельной в советский период изначальная автоматизация заложена, но она неполная и не отвечает требованиям современных систем. Устаревшая система автоматизации усложняет работу дежурной смены: повышает трудоемкость, замедляет скорость реакции на любые изменения в ТП и на нештатные ситуации, не позволяет полностью контролировать состояние оборудования. Все эти факторы в свою очередь приводят к снижению качества и эффективности выработки тепловой энергии на котельной. В рамках договора с администрацией г. Большой Камень проведены работы по созданию АСУТП основной городской котельной с целью улучшения качества ее работы: повышения эффективности, оптимизации ресурсов и надежности работы оборудования, а также предотвращения нештатных и аварийных ситуаций. Первый этап реализации системы автоматизации завершен в конце 2007 г.

Общее описание системы

Система АИСТ-БК является сложным программно-техническим комплексом и предназначена для сбора, мониторинга и анализа результатов измерений на котельной. Решаемые системой задачи сосредоточены в двух направлениях: мониторинг в реальном времени за параметрами функционирования объекта и ретроспективный анализ накапливаемых и хранимых в БД результатов измерений.

Основные функции, выполняемые системой АИСТ-БК:

— сбор результатов измерений параметров работы котельной в реальном времени;

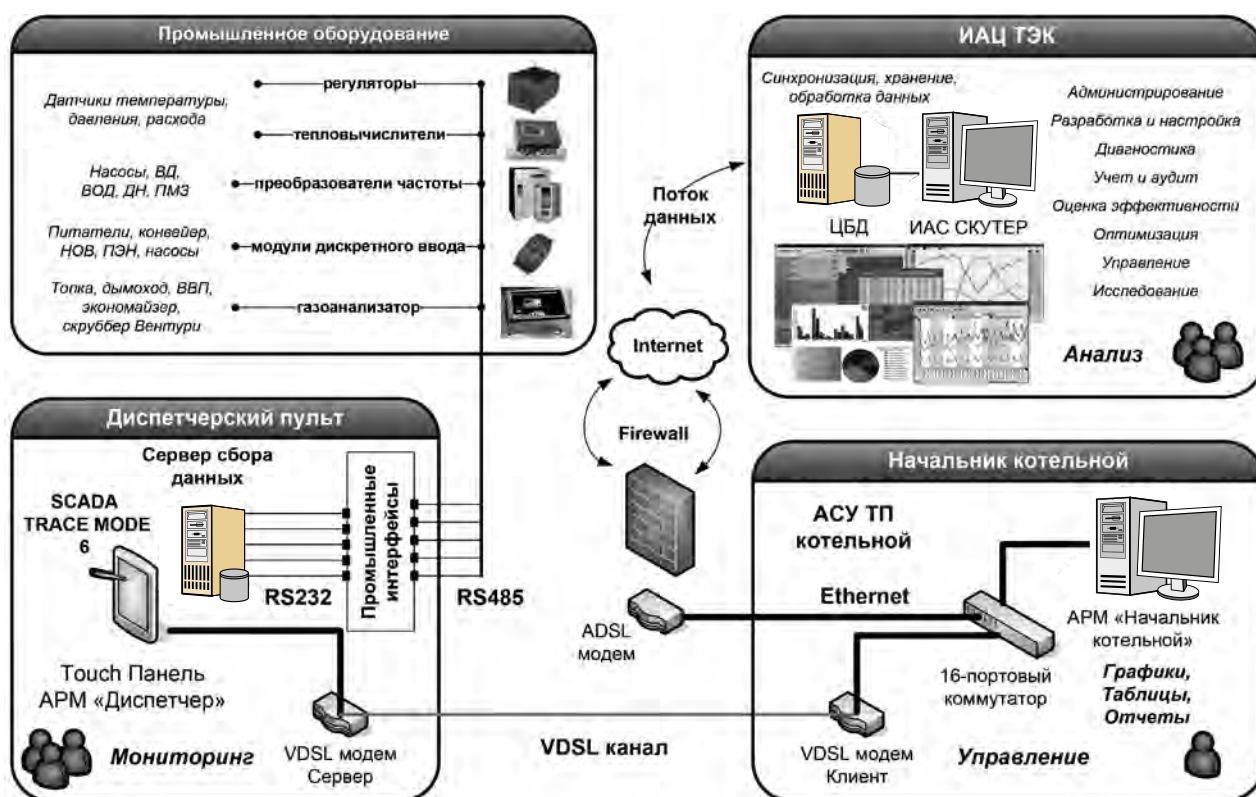


Рис. 1. Схема локальной вычислительной сети и перечень оборудования

- мониторинг эксплуатационных режимов;
- контроль значений параметров ТП котельной;
- своевременное выявление нештатных и критических ситуаций, предупреждение аварийных;
- формирование архива результатов измерений параметров;
- формирование и визуализация графиков;
- анализ ретроспективной информации;
- учет выработанной и отпущенной тепловой энергии, а также расходов на собственные нужды;
- подготовка отчетной документации;
- расчет экономических показателей котельной.

Одна из особенностей, разработанной и внедренной системы, состоит в использовании широкого спектра промышленных приборов и устройств, объединенных в едином диспетчерском пункте, что позволяет увидеть достоверную картину о режимах эксплуатации котельной, производительности как самой котельной, так и отдельных ТП (водоподготовка, деаэрация, работа котла и т. п.).

На рис. 1 приведена схема информационной сети АИСТ-БК. АРМ «Диспетчер» выполняет роль сервера сбора данных, поэтому реализован на базе промышленного компьютера, который обеспечивает повышенную надежность, защищенность от воздействий окружающей среды и непрерывную круглосуточную работу в течение длительного времени. АРМ «Начальник котельной», построенный на базе штатного персонального компьютера, обладает полным набором функциональных возможностей АРМ «Диспетчер». Помимо функций мониторинга, АРМ «Начальник котельной» позволяет выполнять анализ ретроспективной информации с помощью встроенных средств анализа (графики, таблицы, отчеты). Компьютеры системы объединены в локальную сеть, обеспечивающую передачу данных между ними и доступ к общей БД. Связь осуществляется по стандарту xDSL высокоскоростной цифровой абонентской линии VDSL, обеспечивающему высокую скорость передачи данных на длине линии до 1500 м.

Система АИСТ-БК интегрирована в информационно-аналитический Центр (ИАЦ) теплоэнергетического комплекса Приморского края [9]. В локальной по отношению к Центру системе АИСТ-БК выполняется лишь мониторинг и элементарный анализ результатов измерений с выработкой рекомендаций по нормализации режимов эксплуатации котельной, а более детальный и сложный анализ осуществляется в ИАЦ с помощью аналитической платформы.

Мониторинг

Функции мониторинга в системе АИСТ-БК реализованы на базе SCADA-системы TRACE MODE 6 со встроенными средствами экспресс-анализа данных, разработанными сотрудниками ИАПУ ДВО РАН. Экспресс-анализ данных направлен на своевременное выявление нештатных ситуаций (журнал тревог) и оценку режимов функционирования котельной в целом и технологического оборудования

в частности (тренды изменения параметров в режиме реального времени).

Операторы, находящиеся у диспетчерского пульта, в режиме реального времени помимо обязательных (контрольных) параметров ТП получают информацию о таких специфичных параметрах функционирования котельной, как индикация работы исполнительных механизмов (вентилятор острого дутья, дымосос и т. д.), режим работы частотных преобразователей, параметры газоанализатора дымовых газов. Мнемосхема мониторинга котельной представлена на рис. 2. Кроме индикации текущих параметров на экране мониторинга можно непосредственно вызывать программу анализа ретроспективной информации (кнопка «Анализ»), а также просматривать тренды по заранее сформированным параметрам (кнопки «Давления», «Температуры», «Расходы»). Кроме этого, предусмотрена возможность изменения ограничений на параметры ТП это достигается путем перехода на соответствующий экран (кнопка «Уставки»). Уставки могут быть изменены в процессе работы системы, их значения сохраняются в БД. Для одних параметров целесообразно отслеживать только верхнюю или нижнюю границы, а для некоторых важны обе границы. При выходе значения за контролируемые пределы на мнемосхеме происходит визуальное оповещение, значение параметра выделяется красным цветом. Кроме того, происходит звуковое оповещение в машинном зале специальным звуковым сигналом, который можно отключить до следующего случая выхода параметра за граничные значения (квитировать). Возможность менять уставки есть только у начальника котельной и главного технолога. Записи о выходе значений параметров за граничные значения можно посмотреть в журнале тревог.

Опрос текущих значений производится непрерывно (в цикле по всем заведенным каналам приборов) посредством соответствующих контроллеров и драйверов TRACE MODE. Для сбора данных с приборов используются: OPC-сервер для ОВЕН ТРМ; связь по протоколу Modbus RTU; связь по протоколу, совместимому с протоколом ADAM-4000; разработанный для TRACE MODE 6 драйвер ВКТ5.

Мгновенные значения параметров, поступающие с контрольно-измерительного оборудования, отображаются средствами Монитора Реального Времени (МРВ+). Автоматизация процесса сбора с индикацией измеренных значений позволяет проводить оценку эффективности эксплуатационных режимов работы котельной и оперативную диагностику технологического и измерительного оборудования. Считанные значения параметров накапливаются в течение определенного промежутка времени, затем усредняются и архивируются в БД системы интеллектуального анализа данных.

Система интеллектуального анализа данных

В режиме ретроспективного анализа система позволяет выполнять визуализацию графиков изменения па-

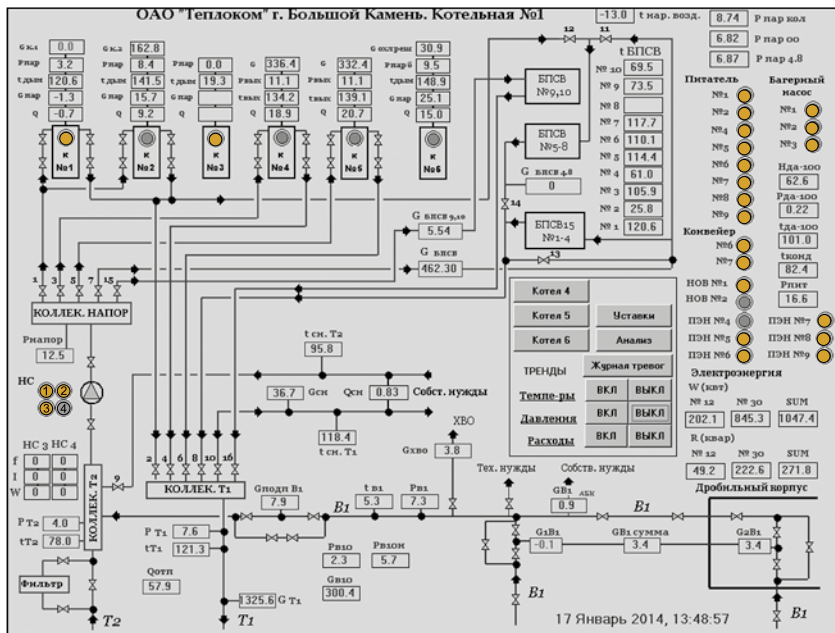


Рис.2. Основная мнемосхема мониторинга котельной

раметров, формирование таблиц по выбранным параметрам с различным шагом дискретизации по времени; генерацию отчетов по вырабатываемым и расходуемым котельной энергоресурсам. При этом система оперирует не только с измеряемыми и считываемыми из архивов контрольно-измерительных приборов параметрами, но и с другими, имеющими содержательный смысл величинами, произвольно задаваемыми пользователем с помощью функции от измеряемых параметров.

Функции анализа реализованы на базе аналитической платформы для проектирования и разработки информационно-аналитических систем в теплоэнергетике [10]. Программа СКУТЕР-БК является составной частью системы АИСТ-БК и предназначена для визуализации и обработки результатов измерений ТП выработки и отпуска тепловой энергии на котельной.

Основные функциональные возможности программы:

- отображение собранных данных в ретроспективе;
- сравнение выбранного параметра за два различных временных интервала;
- сравнение параметров выбранных агрегатов;
- отображение данных в табличном виде с выводом агрегированных результатов;
- формирование отчетов.

Программа работает со специализированной БД, в которую предварительно собираются и накапливаются данные с тепло-, электро- и др. счетчиков, а также с контроллеров посредством системы мониторинга, спроектированной в SCADA-системе TRACE MODE 6.

Структура данных. Для структурирования данных в базе используется следующая классификация. Собранные данные представляют собой временной ряд по каждому измеряемому параметру (тепловая энергия, расход, температура, давление и др.). Кроме этого возможно задавать вычисляемые параметры (формулы)

на основе измеряемых, другое название — производные параметры. Вычисляемые параметры динамически генерируются интерпретатором формул из результатов измерений на основе формульных выражений, представленных в текстовом виде с использованием специальной нотации. Все формульные выражения хранятся в БД. Параметры и формулы служат для описания графиков (линий, выводимых на графике) и колонок таблиц, а также используются при формировании отчетов. И измеряемые, и вычисляемые параметры группируются. Группы представляют собой:

- параметры, которые одновременно выводятся на одном графике;
- одновременно выводятся в разных столбцах одной таблицы.

Группы графиков и таблицы в свою очередь объединяются в агрегаты. Агрегат следует понимать, как совокупность измерений (параметров) на некотором технологическом узле (теплосеть, бойлерная и т.п.), оборудовании (котел, деаэрактор и т.п.), а также в некоторых случаях и на всей котельной в целом. С другой стороны, агрегат рассматривается как совокупность результатов обработки измеренных данных — графиков, таблиц, отчетов. Группы графиков и таблиц совместно образуют конфигурацию агрегата.

Агрегаты объединяются в объект (котельная, тепловой узел и т.п.). Объекты классифицируются по различным критериям. Иерархическая система классификации объектов настраивается на уровне БД. Как правило, структура классификатора представляет собой двухуровневое дерево: первый уровень — классы, второй уровень — подклассы. С каждым подклассом сопоставляется множество объектов, которое может быть, в том числе и пустым. Каждый объект может одновременно входить в несколько подклассов.

Структурная организация параметров и агрегатов определяется, исходя из требований заказчика, и представляет уникальное описание объекта автоматизации. Следует отметить, что абстрактные понятия класс, подкласс, объект, агрегат, параметр и другие в программе представлены хорошо знакомыми пользователю текстовыми описаниями и терминами. Например, класс — г. Большой Камень, два подкласса — котельные и ЦТП, объект — котельная № 1, агрегат — котел № 4, параметр — давление в барабане котла, график — температура в теплосети и т.д.

Логическая структура программы. Программа Скутер-БК построена по архитектуре «документ — представление» и при этом имеет многодокументный интерфейс. Реализованы пять типов документов, используемых внутри программы и составляющие ядро логической структуры: ретроспективные графики, та-

блицы, сравнение периодов, сравнение агрегатов, отчеты. Каждый документ включают элементы данных (классы, структуры и переменные) и методы работы с ними. Методы работы с элементами данных — это способы задания, изменения их значений. Обычно методы обработки реализуются в виде событий как реакция программы на действия пользователя, работающего с элементами визуального интерфейса: диалоговыми окнами, кнопками на панели инструментов или пунктами меню.

Модуль «Графики». 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, усреднение по времени (среднечасовые, среднесуточные, среднемесячные и т.д.), групповое усреднение (по часам суток, по дням недели), показ-скрытие отдельных графиков. 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 на уровне БД.

Модуль «Таблицы». Таблицы достаточно просты, но эффективны для анализа числовых рядов данных. В таблицу можно одновременно поместить гораздо больше параметров, чем отображаются на графиках. В таблицах предусмотрено усреднение по времени. Таблицы можно распечатать на принтере и сохранить в текстовый файл специального формата, который можно открыть в любой электронной таблице, в том числе Excel. В программе сконфигурировано три основных табличных представления результатов измерений:

- котельная — основные параметры работы по всей котельной;
- котел № 4 — детальный набор параметров по отдельному котлу;
- паросиловая часть — набор параметров для контроля хода технологического процесса.

Модуль «Сравнение периодов». Документ «Сравнение периодов» хранит следующие элементы данных: агрегат, параметр, базовый период, смещенный период, усреднение. Документ имеет только одно представление — в виде графика. При создании документа появляется панель сравнения периодов, с помощью которой можно задавать смещение относительно базового периода, получая таким образом возможность сопоставить значения параметра на графике с определенным периодом в прошлом. Шаг сдвига — это параметр, который определяет насколько смещен сравниваемый период (в прошлое) относительно базового. Точкой отсчета при сдвиге является начало базового периода. По умолчанию шаг равен 1 мес.

На графике выводится выбранный параметр текущего агрегата в виде двух линий — по одной для каждого периода (базового и смещенного).

Модуль «Сравнение агрегатов». На практике довольно часто возникает ситуация, когда казалось бы два одинаковых с точки зрения энергетических характеристик агрегата, расположенных территориально рядом друг с другом по итогам эксплуатации за отчетный период имеют разные показатели качества (например, параметры работы двух котлов). При этом причина такой ситуации порой неочевидна без анализа результатов измерения даже специалисту, обслуживающему данное оборудование (агрегат). В системе ретроспективного анализа предусмотрена возможность сравнения параметров функционирования двух агрегатов на графике. Такое графическое представление позволяет оценить когда и насколько значения выбранного пользователем параметра одного агрегата отличались от того же параметра (по типу) на другом агрегате. Анализируя функционирование двух агрегатов легко обнаружить несоответствия, которые имели место быть, и сделать выводы относительно причин расхождения значений априори одинаковых параметров.

Модуль «Отчеты». Модуль формирования отчетов обладает определенной универсальностью: формы отчетов настраиваемы, механизм представления данных в этих формах позволяет выполнять их математическую обработку. Разработаны шесть шаблонов для формирования отчетов, на основе которых создана система отчетности на котельной:

— отчет о часовых параметрах (котельная и котел № 4) позволяет сформировать суточный отчет на дату указанную пользователем, начиная с часа заданного как отчетное начало суток. В отчет включается набор параметров и их значений за каждый час с промежуточным итогом за полдня и общим итогом за целые сутки;

— отчет о суточных параметрах (котельная и котел № 4) аналогичен предыдущему отчету за исключением некоторых особенностей. Данные в отчете соответствуют средним и суммарным значениям в течение 3 сут., которые указаны в колонке «Дата» в одной строке отчетной таблицы. При этом пользователь задает в программе начало и конец отчетного периода (по умолчанию один месяц), а не дату отчета. Выбор отчетного периода более месяца приводит к разбивке отчета по страницам (многостраничный отчет);

— ведомость учета расхода топлива и электроэнергии по сменам используется для оценки эффективности работы котельной по удельным величинам — расходу топлива (тн/Гкал) и электроэнергии (кВт·ч/Гкал) на выработку одной единицы тепловой энергии, а также премирования сотрудников котельной, которые поддерживают оптимальные режимы ТП;

— суточная ведомость учета подачи топлива позволяет увидеть время наработки конвейеров для доставки угля в котлы за отчетный день;

— суточная ведомость учета работы агрегатов по структуре схожа с ведомостью по подаче топлива

и нацелена на предоставление информации пользователю по наработке (с точностью до минут) технологического оборудования котельной. В отчет включены данные по числу запусков (строки таблицы) определенного набора оборудования (колонки таблицы): насосы, котлы, оборудование одного котла и т. п. По каждому запуску приводится детализация: время включения/отключения и наработка по времени в отдельности по агрегатам (оборудованию). Также подчитывается итоговая наработка за отчетные сутки.

— ведомость учета работы агрегатов за отчетный период (по аналогии с суточным отчетом) позволяет оценить наработку агрегатов за выбранный пользователем интервал времени (по умолчанию отчет за месяц). Сформированные отчеты выводятся в окно предварительного просмотра и могут быть распечатаны пользователем с помощью стандартных диалоговых окон для печати документов.

Модернизация системы

При вводе котельной в эксплуатацию было установлено три котла, которые работали по методу слоевого сжигания твердого топлива. Котельная работает на местном низкокалорийном угле. Поэтому эффективность сгорания была невысокой. В 2009 г. на котельной проведена крупномасштабная модернизация существующих трех котлов (внедрена технология кипящего слоя), а также установлены два дополнительных водогрейных котла № 4 и № 5, работающие по технологии высокотемпературного кипящего слоя. Это повысило КПД котельной на 20%. В начале отопительного сезона 2013–2014 гг. произведена очередная модернизация котельной и установлено новое технологическое и измерительное оборудование. Появление нового котельного оборудования потребовало поэтапной модернизации АСУТП.

Опыт эксплуатации и сопровождения АИСТ-БК за длительный период времени показал, что выбранные ранее простые средства и архитектурные решения уже не соответствуют масштабам системы и современным информационным технологиям. Появилась потребность в модернизации системы.

Основные принципы, использованные при модернизации информационно-аналитической системы.

1. Поэтапная разработка программных средств. Приоритетность разработки определяется наличием реально используемых типов измерительных приборов и перспективностью их использования в будущем.

2. Унификация форматов данных и протоколов обмена данными для различных типов приборов и средств связи, а также между подсистемами (единообразное описание интерфейсов обмена данными между подсистемами).

3. Модульная организация с обеспечением добавления новых и модернизации устаревших модулей системы без ее полной перекомпиляции. Возможность модульной реализации системы, в частности, обеспечивается стандартизацией форматов данных и интерфейсов взаимодействия между модулями системы.

4. Иерархическое, многоуровневое построение, которое в сочетании с модульностью позволяет формировать АРМ с различной функциональностью.

5. Многоуровневое протоколирование работы системы с различной степенью подробности и с возможностью полного сохранения данных, полученных из внешних источников.

6. Возможность тиражирования (клонирования) системы. Упрощение процедур настройки системы для установки на новый объект автоматизации без изменения интерфейсов обмена данными и перепрограммирования исходного кода.

7. Возможность добавления новых типов приборов (использование стандартных драйверов устройств от поставщика оборудования или их самостоятельная разработка при отсутствии стандартных) и их включение в систему без изменения существующего кода.

8. Возможность расширения функциональных возможностей и развитие соответствующих АРМ пользователя за счет модулей администрирования и конфигурирования системы.

9. Увеличение объема хранимых данных как в связи с увеличением числа обслуживаемых объектов и числа измерительных приборов, так и более детальной ретроспективной информацией, без ущерба для производительности системы из-за обработки значительного количества запросов к БД по разнообразным задачам фильтрации и анализа.

Исходя из вышеперечисленных принципов, произведена модернизация АИСТ-БК и разработаны индивидуальные мнемосхемы для 4, 5 и 6-го котлов (рис. 3). Особое внимание уделено работе воздухопроводов, дымососов и датчиков напора для топки, так как они характеризуют работу метода «острого дутья» в кипящем слое для эффективного сжигания топлива. Отображаются температуры дымовых газов в разных частях дымоотвода, состояние электродвигателей дымососов и воздухопроводов. Отображаются текущая частота, величина тока и рассчитывается мощность работы трехфазных электродвигателей. Решетка («Реш.») перемещает уголь через топку. Питатель котла («ПМЗ») перемещает уголь из танка-бункера на решетку. При сгорании угля уходящие газы из топки котла проходят через водяной подогреватель («В. П.»), где происходит утилизация тепловой энергии на подогрев теплоносителя с обратной теплотрассы. Дымовой насос («ДН») создает тягу для удаления газа в единую выхлопную трубу. Фактически без работы данного насоса не будет работать котел, так как процесс горения будет затруднен из-за высокой концентрации угарного газа в топке, а также будет невозможна работа дежурной смены из-за задымленности в цехе с котлами. Насос воздуха дутья («ВД») является основным «поставщиком» воздуха в котел. Воздух идет снизу решетки, по которой перемещается угольная сыпучая смесь, обеспечивая более эффективное сгорание топлива, и при этом охлаждается решетка. Насос воздуха острого дутья («ВОД») используется для возврата с решетки обрат-

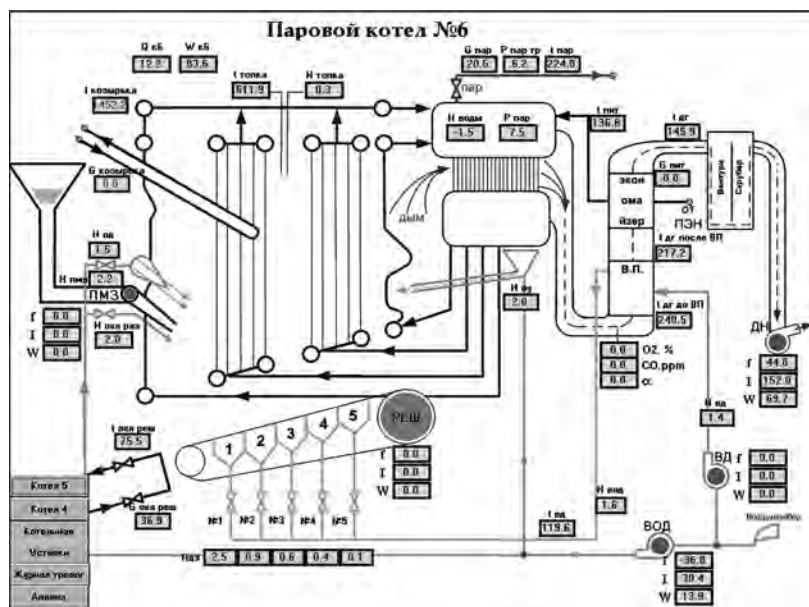


Рис. 3. Мнемосхема мониторинга работы парового котла

но в топку несгоревших частей угля. Также воздух с данного насоса используется для охлаждения ряда механизмов, в том числе питателя котла (ПМЗ). Насосы «ВД» и «ВОД» являются важными механизмами обеспечения технологии «острого дутья» для сгорания топлива в высокотемпературном кипящем слое.

В связи с наличием нового парового котла планируется вырабатывать электричество (поначалу на собственные нужды). Для учета потребления электроэнергии мощным оборудованием на производстве установлены электросчетчики СЕ303. Разработан программный модуль для формирования отчета о потреблении электрической энергии. Отчет предоставляется главному энергетнику. В ближайшем будущем на котельной будут заменяться 3-й паровой и 1-й пароводогрейный котлы вместе со всем измерительным оборудованием и исполнительными механизмами, что потребует дальнейшего развития АСУТП.

Закключение

АИСТ-БК имеет хорошие перспективы развития. Благодаря масштабируемости SCADA-системы TRACE MODE и модульности разработанных средств анализа СКУТЕР-БК внедрение новых элементов системы не составляет особого труда. Постепенное расширение и доработка проекта под нужды пользователей позволяют наблюдать за повышающейся актуальностью внедряемой системы, а также за переоценкой и переосмыслением инженерами и операторами котельной значимости системы в целом. Постоянно возникают предложения и пожелания об улучшении или доработке функциональности АИСТ-БК с целью увеличения

аналитических, графических и алгоритмических возможностей по мере добавления новых приборов, дополняющих картину режимов работы котельной. Это позволяет здраво подходить к оценке эффективности использования АИСТ-БК и расставлять акценты при дальнейшем ее развитии.

В настоящее время аналитическая платформа используется при проектировании информационно-аналитических систем мониторинга и анализа следующих теплоэнергетических объектов: котельная № 1 (г. Большой Камень); котельная ВДЦ «ОКЕАН», теплосети заводов «Радиоприбор» и «Дальприбор», (г. Владивосток).

Список литературы

1. Kenway, Steven J.; Binks, Amanda; Scheidegger, Ruth; et al. Household analysis identifies water-related energy efficiency opportunities // Energy and buildings. 2016. V. 131. P.21-34.
2. Paramonova, Svetlana; Thollander, Patrik. Energy-efficiency networks for SMEs: Learning from the Swedish experience // Renewable & sustainable energy reviews. 2016. V. 65. P. 295-307.
3. Alves, Octavio; Monteiro, Eliseu; Brito, Paulo; et al. Measurement and classification of energy efficiency in HVAC systems // Energy and buildings. 2016. V. 130. P. 408-419.
4. Чипулис В.П. и др. Система мониторинга и анализа режимов функционирования потребителей тепловой энергии // Информатизация и системы управления в промышленности. 2005. №7. С. 23-28.
5. Чипулис В.П. и др. Автоматизация процессов мониторинга, регулирования и анализа режимов функционирования источников теплоты // Информатизация и системы управления в промышленности. 2004. №1. С. 5-8.
6. Чипулис В.П. и др. Учет и анализ параметров технологических процессов выработки тепловой энергии // Информатизация и системы управления в промышленности. 2006. №7. С. 4-9.
7. Чипулис В.П. и др. Автоматизация проектирования информационно-аналитических систем объектов теплоэнергетики // Надежность и качество 2008: Тр. Пенза: ПГУ, 2008. С. 270-274.
8. Виноградов А.Н., Даниельян С.А., Кузнецов Р.С. Анализ процессов теплоснабжения на примере использования информационно-аналитической системы «СКУТЕР» // Промышленные АСУ и контроллеры. 2010. №12. С.1-6.
9. Кузнецов Р.С., Чипулис В.П. Информационно-аналитический центр объектов теплоэнергетики // В сб. Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2012) Тр. VI международной конференции (ежегодный сборник). Под общей ред. С.Н.Васильева, А.Д.Цвиркуна. Москва, 2012. Т.1. С. 362-371.
10. Кузнецов Р.С., Раздобудько В.В., Чипулис В.П. Информационно-аналитические системы объектов теплоэнергетики // Информатика и системы управления. №2(28). 2011. С. 41-49.

Волошин Евгений Валерьевич – аспирант,

Кузнецов Роман Сергеевич – канд. техн. наук, старший научный сотрудник,

Чипулис Валерий Павлович – д-р техн. наук, проф., заведующий лабораторией технической диагностики ИАПУ ДВО РАН.

Контактный телефон (423)231-75-44.

E-mail: voloshin@iacp.dvo.ru, kuznetsov@dvo.ru, chipulis@vira.dvo.ru