

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА “ИУС - ОКУР” ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ЭНЕРГООБЛОКОВ

Ткаченко В.Н., Афанасьев Н.Н., Суков С.Ф., Махно И.В., Ткаченко А.В., Махно Ю.С.

Институт прикладной математики и механики НАН Украины (ИПММ НАНУ), г. Донецк

Донецкий национальный технический университет

кафедра автоматики и телекоммуникаций

E-mail: tkachenko@iamm.ac.donetsk.ua

Tkachenko A.V., Afanasiev N.N., Sukov S.F., Makhno I.V., Tkachenko A.V., Makhno Yu.S. Information-control system "ICS - OSCR" for the operative supervision and control of power units operation. The paper presents main functions of information-control system for the operative supervision and control of power units operation. The information-control system provides for the increasing of equipment maneuverability, extension of production resources of basic block thermal and mechanical equipment, a breakdown decreasing, a decline of fuel starting losses and diminishing of specific fuel expenses in other modes.

Введение. Надежная эксплуатация мощных энергоблоков сверхкритического давления (СКД) технически возможна только на базе комплексной автоматизации котельных агрегатов, оптимальной наладки систем управления и автоматизации, а также квалифицированного обслуживания. Автоматизация котлоагрегатов современных ТЭС – одно из основных направлений повышения их экономичности, снижения удельного расхода топлива, обеспечения безаварийности работы. Ее развитие в настоящее время связано с модернизацией комплекса технических средств и внедрением компьютерных технологий в управлении крупными энергоблоками.

Целью статьи является изложение основных функций разработанной информационно-управляющей системы, структуры комплекса технических средств и программного обеспечения.

Система “ИУС – ОКУР” предназначена обеспечить оперативный контроль и автоматизацию управления работой энергоблока ТЭС во всех трех основных режимах, а именно: при пуске и останове, а также при работе под нагрузкой согласно суточному диспетчерскому графику [1]. Она относится к системам управления второго уровня и этим отличается от систем контроля и регулирования (СКР) в общепринятых структурах АСУ ТП энергоблоков. Это отличие состоит в том, что система “ИУС – ОКУР” вырабатывает задания исполнительным регуляторам, которые являются элементами систем первого уровня. В основу ее разработки положено выполнение следующих двух условий:

– система должна осуществлять надежный контроль соблюдения требований эксплуатационных инструкций [1] и способствовать их выполнению путем выдачи рекомендаций при управлении в режиме “Совета” и заданий исполнительным регуляторам при управлении в автоматическом режиме;

– система должна функционировать в условиях эксплуатации имеющегося комплекса технических средств (КТС) действующей АСУ ТП блока с учетом перспективы возможного технического перевооружения.

Создание и последующее использование системы “ИУС – ОКУР” нацелено на:

- повышение маневренности оборудования;
- продление ресурса основного тепломеханического оборудования блока, снижение его повреждаемости;
- снижение пусковых потерь топлива и уменьшение удельного расхода топлива в остальных режимах;

– существенное повышение информированности оперативного и инженерно-технического персонала станции и улучшение условий его работы.

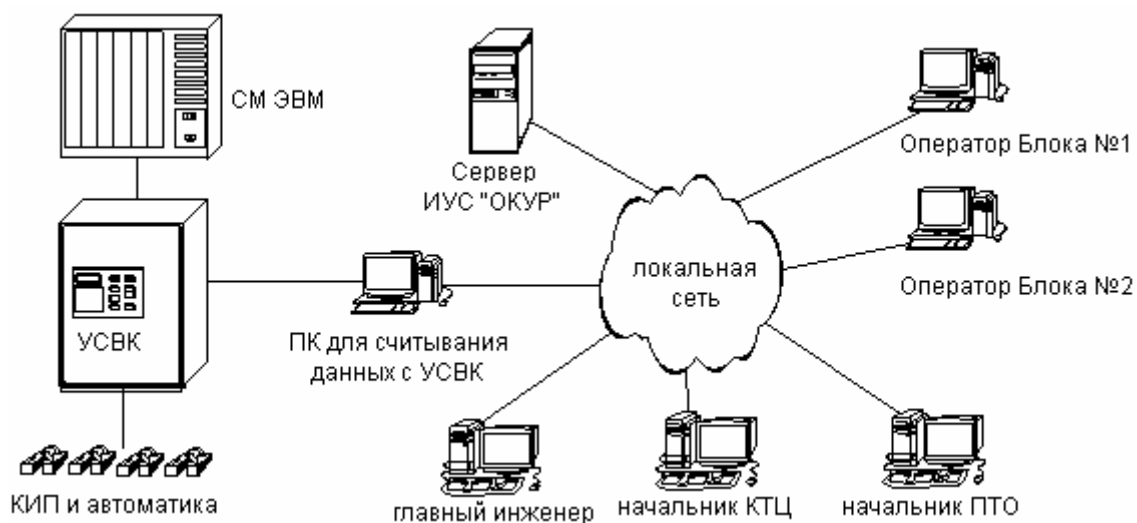


Рисунок 1 – Структура технических средств, ПО и информационных потоков.

Получение входных данных. Обеспечение информацией о технологических параметрах энергоблоков локальной сети станции осуществляется с помощью аппаратно-программного комплекса сопряжения (далее АПКС), передающего данные с УСВК вычислительного комплекса в базу данных (БД) сервера, который предназначен для приема, обработки и хранения информации. При этом информация становится доступной в локальной компьютерной сети станции и может просматриваться руководящим инженерно-техническим персоналом в любой момент, не выходя из рабочих кабинетов. БД также используется для работы информационно-управляющей системы “ИУС – ОКУР”, программное обеспечение которой устанавливается ПК для каждого энергоблока на блочном пульте.

При наличии на станции комплекта датчиков и аппаратуры сбора и первичной обработки данных АПКС подключается параллельно существующей УВМ, не нарушая существующей технологии сбора информации и функционирования старой УВМ. При этом АПКС реализуется на базе персонального компьютера IBM PC, оснащенного соответствующим количеством плат ввода-вывода информации для сопряжения с УСВК. Если в существующей системе архивации данных используется резервирование, АПКС обеспечивает его программную поддержку, автоматически переключаясь на рабочий канал съема информации при переходе на резерв.

При отсутствии таких технических средств АПКС выполняется в виде комплекса необходимых датчиков, АЦП и ПК в объеме, необходимом заказчику для получения требуемой информации о технологических параметрах энергоблоков. В данном случае АПКС функционирует не только как средство сбора информации и передачи ее в локальную сеть, но и как управляющая вычислительная машина для организации функционирования всего измерительно-вычислительного комплекса. При этом также может быть реализовано горячее резервирование АПКС.

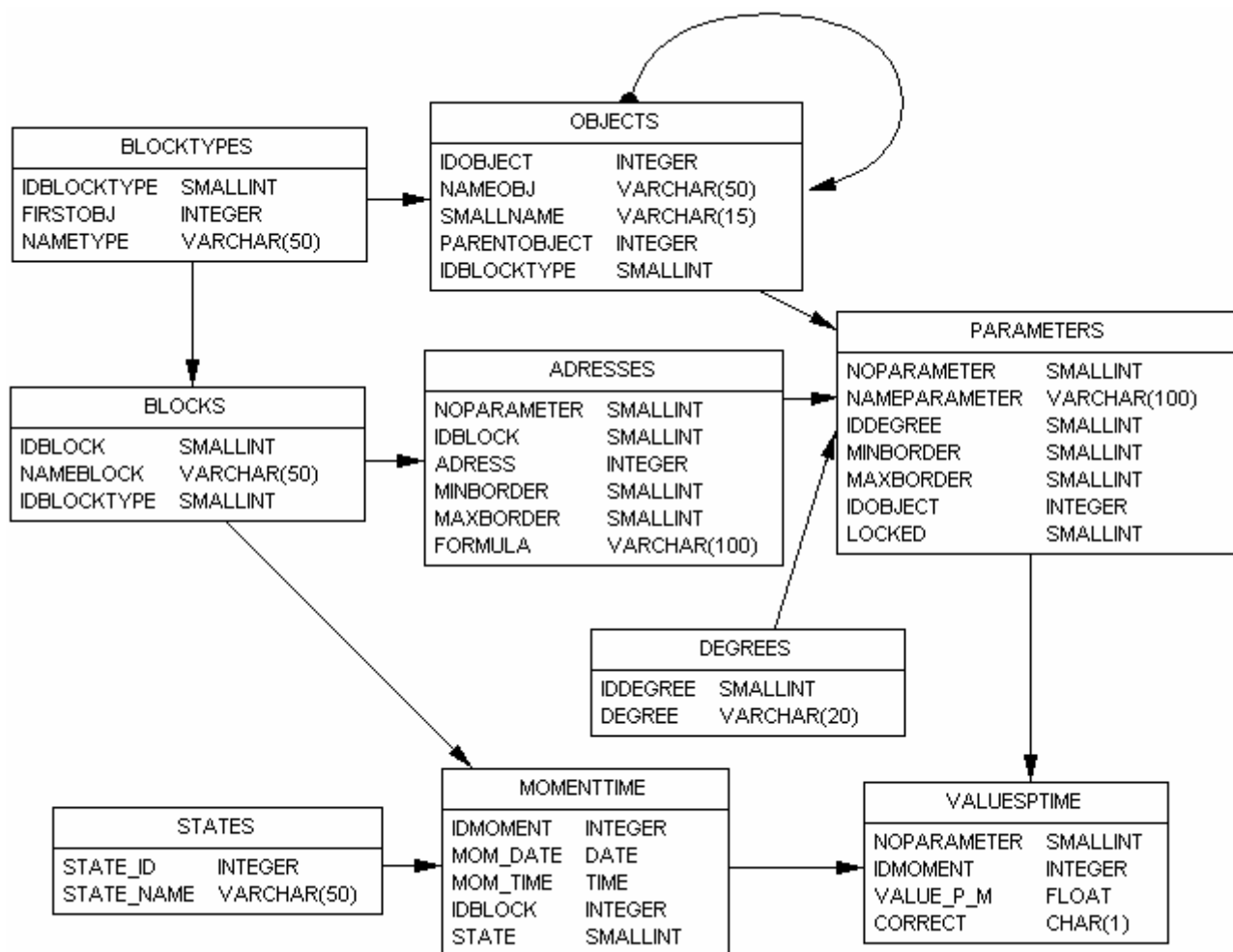
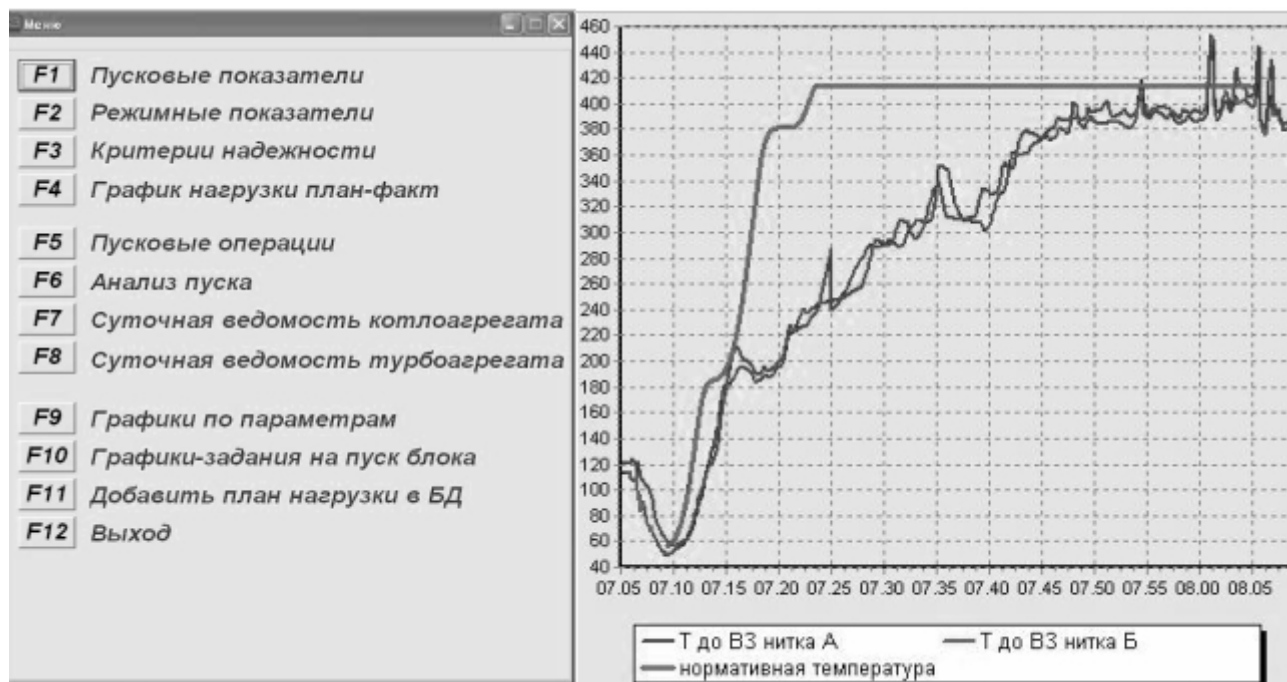


Рисунок 2 – Схема данных БД ИУС ОКУР.

Получаемая от АПКС информация обрабатывается сервером и фиксируется в БД, которая работает на платформе Firebird. Возможность просмотра информации в БД может получить любой пользователь сети, получивший соответствующие права от администратора. Основные таблицы БД “ИУС – ОКУР” и родительские связи между ними приведены на рис.2. По каждому блоку измеряется порядка 560 параметров, их адреса для каждого блока указаны в таблице ADRESSES. Еще около 150 параметров рассчитываются по результатам измерений. Параметры имеют привязку к техническим элементам конструкции энергоблока, которые в свою очередь выстроены в иерархическую древовидную структуру. Поступление каждой новой порции измерений по блоку фиксируется в таблице MOMENTTIME, а конкретная величина каждого параметра записывается в таблицу VALUESPTIME. Таким образом, в системе каждые десять секунд имеется 710 измерений по каждому из 4х блоков, что создает большую нагрузку на СУБД сервера. За сутки получим

$$710(\text{измерений}) * 4 (\text{блока}) * 6(\text{в минуту}) * 60(\text{минут}) * 24(\text{часа}) = 25 * 10^6 \text{ измерений за сутки в таблице VALUESPTIME.}$$

Размер одной записи в таблице VALUESPTIME составляет 13 байт, а с учетом необходимости индексирования некоторых полей достигает 21 байта. Получаем более 500Мб за день и это без учета накопления различной сводной и обобщающей информации. В номинальных режимах работы энергоблока большинство параметров имеют слабую динамику изменения, поэтому в целях снижения размера БД в таблицу VALUESPTIME делается запись только при изменении параметра более чем на некоторую пороговую величину от предыдущего записанного значения (величина порога по умолчанию равна



Основное окно программы

Графики нормативной и фактических температур среды до ВЗ

Рисунок 3 – Экранные формы ИУС-ОКУР.

0,5% от абсолютной шкалы параметра и может варьироваться для разных параметров в зависимости от их значимости). Такой подход позволил существенно снизить размер БД за одни сутки, повысив скорость работы сервера, несмотря на усложнение логики SQL запросов.

Важной инновационной особенностью организации БД “ИУС – ОКУР” является разделение информации за разные сутки в физически отдельные базы Firebird. Оперативный персонал станции чаще всего производит выборку данных именно за текущие сутки и, благодаря разбиению БД, эти запросы обрабатываются максимально быстро. Если пользователь хочет проанализировать более старые данные, то тот день, по которому он хочет вести работу, кэшируется, и все последующие запросы выполняются также достаточно быстро. СУБД Firebird не может стандартными средствами выполнять запросы сразу к нескольким базам данных. Для реализации описанных выше функций была разработана подключаемая dll-библиотека существенно расширяющая возможности СУБД Firebird. Разработчики Firebird планируют добавить описанную функцию в стандартные к концу 2008 года в то время как в ИУС-ОКУР она реализована в 2006.

Система “ИУС – ОКУР” выполняет широкий набор информационных, контрольных и управляющих функций [2].

Информационные функции системы:

- обеспечение достоверности измеряемой оперативной информации о состоянии энергоблока, ее фильтрация и вычисление необходимых расчетных параметров;
- хранение оперативной информации о состоянии энергоблока в системе управления баз данных Firebird (freeware СУБД), что позволит накапливать большие объемы информации, быстро и эффективно ее обрабатывать, а также иметь доступ к оперативной информации с других компьютеров локальной сети;
- отображение выходной информации на экранах управляющих ЭВМ в объеме, необходимом для принятия решений обслуживающим персоналом.

Функциональные задачи делятся на всережимные и зависящие от режима работы блока.

К всережимным функциям относятся следующие:

- расчет и контроль критериев надежности эксплуатации основного тепломеханического оборудования котла и турбины с возможным использованием математических моделей для расчета не измеряемых параметров;
- формирование оперативного диспетчерского графика несения нагрузки и контроль его соблюдения [3];
- формирование ведомостей по выявленным нарушениям ведения режимов работы оборудования блока для совершенствования его ремонтного и технического обслуживания;
- расчет технико-экономических показателей по каждому блоку за сутки, месяц, год.

При пуске блока дополнительно выполняются следующие функции:

- обеспечение выполнения графика пуска блока в соответствии с заданием и с учетом начального теплового состояния оборудования энергоблока;
- регистрация выполнения выделенных операций дискретного управления пуском блока с контролем соблюдения требований эксплуатационных инструкций;
- формирование по завершении пуска пусковой ведомости и, в качестве ее приложения, протокол пуска;
- управление подъемом температуры среды перед ВЗ согласно графику-заданию в режиме «Совета» (для котлов СКД).

Глубина хранения истории работы блоков может настраиваться в системе на интервале от 3 до 14 дней для информации о стационарных режимах. Информацию о пусковых режимах можно хранить до 3х лет. Рекомендуемые значения глубины хранения информации о стационарных режимах определяются по объему оперативной памяти на сервере, из расчета 350Mb на 1 день.

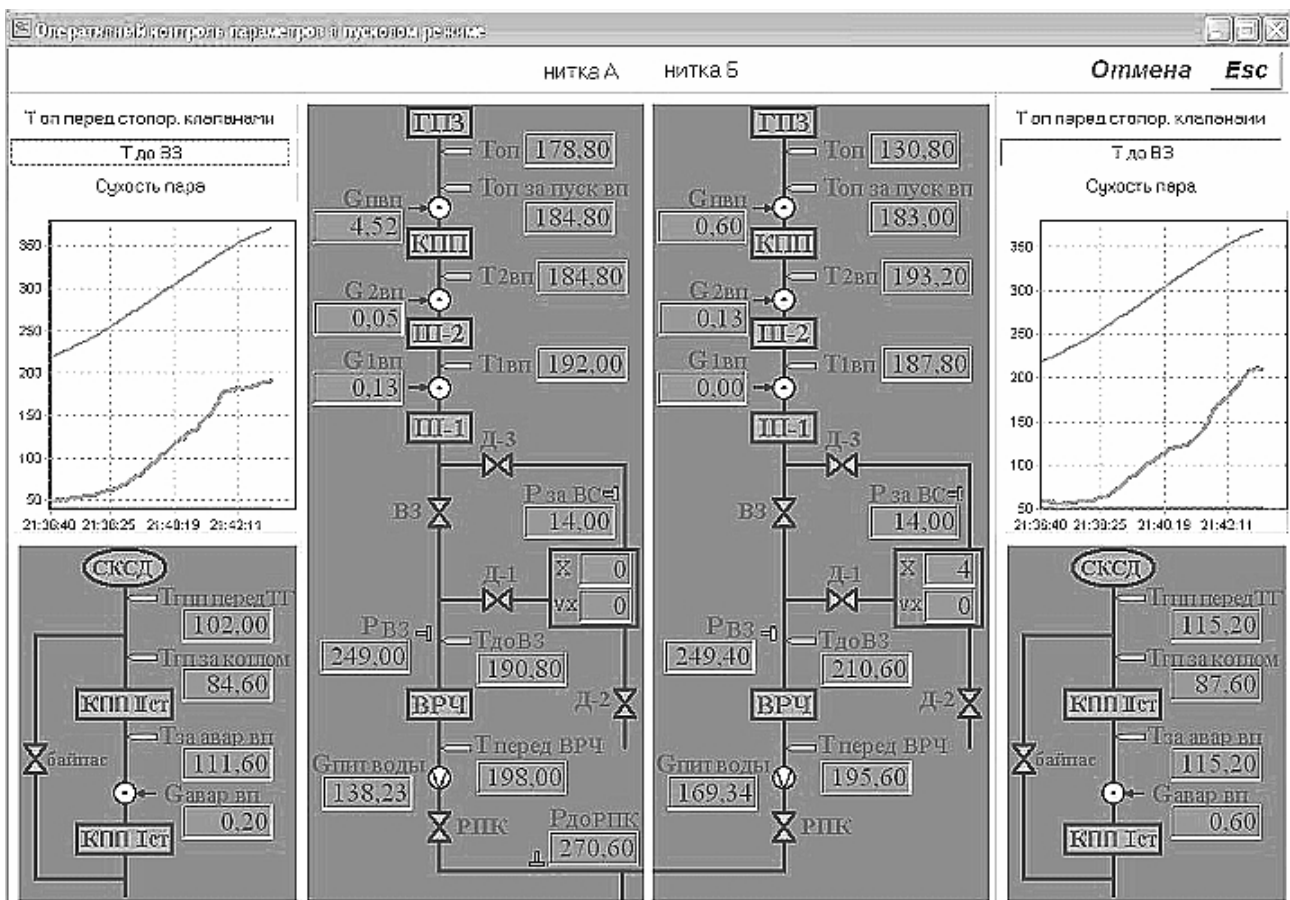


Рисунок 4 – Мнемосхема пускового режима.

Операции	Разрешающие критерии			Время выполнения	
	Сущность	Значение	Выбег	Прогноз	Факт
1 Генератор включен в сеть	Частота вращения	-	-	-	7:37
2 Закрыт клапан БРОУ					-
3 Оконч. выд-ка на нач.нагр.	Время выдержки	22,57	-19,43	-	7:45
4 Включен МВ-А	Активная мощность	42,00	-18,00	-	7:45
5 Включен МВ-Б	Активная мощность	28,00	-32,00	-	7:41
6 Включение пылесистемы-А	Активная мощность	138,40	0,00	-	-
7 Включение пылесистемы-Б	Активная мощность	138,40	0,00	-	-
8 Введен авар. впрыск по н.А	Активная мощность	73,20	-6,80	-	7:46
9 Введен авар. впрыск по н.Б	Активная мощность	12,40	-67,60	-	7:38
10 Закр. задв. ХПП-ГПП, н.А	Активная мощность	-	-	-	7:37
11 Закр. задв. ХПП-ГПП, н.Б	Активная мощность	-	-	-	7:37
12 Перевод на сжиг. уг. пыли	Активная мощность	138,40	0,00	-	-
	Нлп	-	-	-	-
13 Пуск ТПН	Активная мощность	138,40	0,00	-	-
14 Перевод на питание от ТПН	Активная мощность	138,40	-31,60	-	-
15 Отключение ПЭН	РТПН-РПЭН	-267,00	-287,00	-	-
16 Котел перев. в прям. режим	min(ТВЗА,ТВЗБ)	389,40	-20,60	8:03	-

Рисунок 5 – Экранная форма "Анализ пусковых операций".

Отображение выходной информации. Для представления информации система располагает такими возможностями: представление информации оперативному персоналу в числовом и графическом виде на формах мнемосхем и в виде таблиц. К настоящему времени разработаны:

мнемосхемы «Пусковые показатели», «Параметры турбины» ;

5 табличных форм:

«Режимные показатели работы блоков»;

«Критерии надежности»;

«Анализ пусковых операций»;

«Суточная ведомость котлоагрегата»;

«Суточная ведомость турбоагрегата»;

а также графические формы:

«Графики нормативных и фактических параметров в пусковом режиме»;

«График выполнения нагрузки план-факт».

Очень важно, что вместе с текущими значениями параметров, персонал может видеть характер их поведения в виде графиков предысторий и получить эти данные на экране в табличном виде за определенный интервал времени.

При отображении выходной информации в технологических окнах использованы следующие приемы:

- расположение в технологическом окне одновременно мнемосхемы и групп графиков истории поведения представленных на ней параметров;

- совмещение в одной группе как графиков фактических значений параметров, так и графиков их нормативных или рекомендуемых значений.

Разработка удобных форм отображения информации для различных групп пользователей продолжается.

Структура программного обеспечения. ПО системы состоит из:

- модуля опроса УСВК, работающего на отдельном ПК в реальном масштабе времени;

- программного модуля обработки первичной информации и сохранения ее в базе данных (БД) под управлением *Firebird*;
- технологического модуля, осуществляющего решение всех функциональных задач системы и помещение результатов в базу данных;
- интерфейсного модуля, управляющего работой системы и обеспечивающего отображение ее выходной информации.

Ожидаемая экономическая эффективность. Использование системы “ИУС – ОКУР” обеспечивает:

- повышение маневренности и продление ресурса основного тепломеханического оборудования энергоблоков, снижение его повреждаемости;
- снижение пусковых потерь топлива и уменьшение удельного расхода топлива в остальных режимах;
- повышение информационной обоснованности принимаемых управленческих решений, улучшение условий работы оперативного персонала и инженерно-технических работников.

Внедрение “ИУС – ОКУР”. Ранние версии системы апробировались на блоке № 5 800МВт Углегорской ТЭС и на блоке № 4 мощностью 300 МВт ТЭЦ-5 АК “Киевэнерго”.

Последняя разработка - “ИУС – ОКУР” в ее нынешнем виде - введена в опытную эксплуатацию на блоках 1-4 мощностью 300 МВт Зуевской ТЭС “Востокэнерго”.

Перспективы разработки системы. Из всережимных перспективных задач развития системы “ИУС – ОКУР” отметим прежде всего следующую:

- определение теплового состояния главных паропроводов и высокотемпературных роторов турбины (ЦВД и ЦСД), а также так называемых эффективных разностей температур по каждому контролируемому поперечному сечению этого оборудования и их допустимых нижних и верхних границ;

Планируется добавить функции контроля останова блока:

- регистрация выполнения выделенных операций по останову блока с контролем соблюдения регламентирующих условий;
- выполнение графика останова блока согласно заданию, формирование протокола и ведомости останова блока по его завершению, а также ведомости подлежащих ремонту каналов измерения аналоговых параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по пуску и эксплуатации энергоблока 300 МВт. - МЭЭ ПЭО ДОНБАССЭНЕРГО”, 1992. - 81 с.
2. Дзюба А.В., Ткаченко А.В. Основные задачи управления котлоагрегатом сверхкритического давления в различных режимах функционирования. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. обчислювальна техніка та автоматизація, випуск 90. – Донецьк: ДонНТУ. – 2005, с. 119-126.
3. Афанасьев Н.Н., Панасовский О.Г., Курьшко Г.И. и др. О формировании и выдерживании графика-задания подъема температуры среды перед ВЗ при пуске моноблока сверхкритического давления // “Энергетика и электрификация”, 1997, №3, с.4-9.