

## УНИФИКАЦИЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ВЫХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПУСКОВЫХ РЕЖИМОВ МОНОБЛОКОВ СКД

*Афанасьев Н.Н., Махно И.В., Третьяков В.Н.*

*Институт прикладной математики и механики НАН Украины*

*nafan@iamm.ac.donetsk.ua*

*It is described imaging of output information in system of the operative control and automation of starting conditions of monoblocks of the supercritical pressure on problem of unit control built-in separators. Since because of variety of the types of blocks this system has several variants, that appears need an universalization imaging of this information. It is designed unified structure of frame and on its base is created system of the imaging of information to operative personnel, requiring minimum man-hours when turning from one type of the block to the other.*

**Введение.** Система оперативного контроля и автоматизации пусковых режимов (ОКАПР) моноблоков сверхкритического давления предназначена обеспечить надежное и экономичное ведение этих режимов при соблюдении требований, регламентируемых эксплуатационными инструкциями [1-3]. Ее использование обеспечивает более эффективное управление пуском блока, что проявляется в уменьшении пусковых потерь топлива, продлении ресурса основного тепломеханического оборудования и снижении аварийности его эксплуатации, а также улучшении условий работы персонала.

Впервые система ОКАПР была создана в ИПММ НАН Украины с участием предприятия ДонОРГРЭС по инициативе и при содействии Угледорской ТЭС для ее газомазутных энергоблоков 800 МВт в рамках Республиканской программы "Энергокомплекс" на 1986-1990 гг. Начиная с 1991 г. система ОКАПР постоянно использовалась при пусках блоков №№ 5 и 6 УТЭС до приостановки их эксплуатации. Благодаря этому заметно повысилось качество ведения пусковых режимов этих блоков [4].

Поскольку все энергоблоки СКД пускаются по унифицированной технологии [1], то с учетом накопленного опыта был разработан унифицированный алгоритм системы ОКАПР [5], согласно которому на каждом шаге контроля последовательно решаются следующие функциональные задачи:

- выборка из базы данных АСУ ТП блока значений используемых технологических параметров;
- предварительная обработка входной оперативной информации, включающая контроль ее достоверности и вычисление необходимых в дальнейшем расчетных параметров (усредненных по ниткам значений параметров, скоростей их изменения, удельных объемов, энтальпий среды и т.п.);
- регистрация выполнения выделенных операций дискретного управления пуском блока с контролем соблюдения условий, регламентирующих их выполнение (разрешающих критериев);
- контроль и анализ соблюдения критериев надежности по пуску блока с предупреждением персонала в случае возникновения угрозы их нарушения;
- формирование графика-задания пуска блока и осуществление контроля его выдерживания;
- управление выдерживанием графика-задания пуска блока и сбросом среды из встроенных сепараторов (ВС);
- представление оперативному персоналу полученной выходной информации в виде, удобном для восприятия и облегчающем принятие обоснованных решений по управлению пуском блока.

По роли этих задач в работе системы ОКАПР первая и последняя относятся к ее информационному обеспечению, а остальные образуют технологический блок. Для задач этого блока в ИПММ НАНУ разработаны оригинальные и эффективные алгоритмы их решения [5], программные реализации которых объединены в так называемый технологический модуль (Т-модуль).

Информационное обеспечение системы программно реализуется в виде интерфейсного модуля (I-модуля), предназначенного решать следующие задачи:

- управление работой Т-модуля (запуск его на выполнение с заданным шагом по времени и обмен информацией между обоими модулями);
- представление оперативному персоналу полученной от Т-модуля выходной информации.

На основе указанного унифицированного алгоритма системы ОКАПР сейчас разрабатываются два ее варианта:

- ОКАПР-ЛУМ300 для пылеугольного моноблока 300 МВт;
- ОКАПР-Т314 для теплофикационного блока с котлом ТГМП-314А.

Предусматривается создание еще по меньшей мере трех ее вариантов для других блоков.

К настоящему времени для каждой из указанных двух систем ОКАПР пока что разработана только первоочередная ее часть, обеспечивающая управление узлом ВС. Она решает две ключевые технологические задачи:

- формирование графика-задания подъема температуры среды перед встроенной задвижкой (ВЗ), контроль его выдерживания и определение требуемого расхода растопочного топлива [6];
- управление сбросом среды из ВС в режиме "Совета" с переводом в дальнейшем на автоматическое.

Для осуществления оперативного контроля за ходом этих двух процессов и помощи персоналу в принятии обоснованных управленческих решений необходимо, чтобы выходная информация содержала следующие измеряемые данные по каждой нитке пароводяного тракта от регулирующего питательного клапана (РПК) до главной паровой задвижки (ГПЗ):

- расход питательной воды  $G_{ПВ}$  через РПК;
- температуру  $T$  и давление  $P$  среды в контрольных сечениях;
- параметры среды во встроенных сепараторах (давление  $P_{ВС}$ , сухость пара  $X_{ВС}$ , скорость ее изменения и указатель фактического положения  $УП_{\phi}$  клапана Д-2);
- температуры металла  $T_M$  поверхностей нагрева котла в контрольных точках.

Наряду с пониточными данными необходимо знать еще данные, общие для блока (общий расход ПВ на котел  $Q_{ПВК}$ , расход пара на турбину  $Q_{ПТ}$ , активную мощность генератора  $N_a$ ), а также значения температуры  $T_O$  и давления  $P_O$  острого пара перед турбиной, усредненные по ниткам.

Особое значение имеют расчетные параметры: нормативные значения  $t'_{ВЗН}$  температуры среды до ВЗ и температуры  $T_{ОН}$  острого пара перед турбиной, а также рекомендуемые значения расхода  $G_{ПВР}$  по ниткам, расхода топлива  $Q_{ТР}$  и указателя положения  $УП_R$  клапана Д-2.

Кроме того, очень важно, чтобы наряду с текущими значениями указанных параметров, персонал видел характер их поведения в виде графиков предысторий. Поскольку в одном окне практически нельзя разместить более восьми разноцветных графиков, то все выводимые графики должны быть объединены по технологическим признакам в специальные группы. В этой связи возникает необходимость обеспечения быстрой смены одной группы графиков на другую.

Поскольку для всех вариантов системы ОКАПР представление отображаемой информации по задаче управления узлом ВС осуществляется практически одинаково, то удалось разработать унифицированную структуру видеокadra в виде технологического окна "Тракт РПК-ГПЗ" (см. рис. 1). Это открывает возможность построения унифицированной системы отображения информации.

**Постановка задачи.** На основе унифицированной структуры видеокadra с выходной информацией по тракту РПК-ГПЗ для системы ОКАПР разработать программные средства, позволяющие с минимальными трудозатратами проводить настройку системы отображения этой информации для конкретного типа блока.

**Описание видеокadra и унификация его отображения.** Подход к решению этой задачи вытекает из анализа структуры видеокadra. Как видно из рисунка, структурно окно "Тракт РПК-ГПЗ" состоит из левой, центральной и правой частей, разделенных вертикальными линиями. Левая и правая части служат для отображения информации отдельно по ниткам  $A$  и  $B$  тракта, а центральная часть в виде одной колонки - для отображения значений параметров, общих для обеих ниток, а также для размещения функциональных кнопок  $F1, \dots, FN$ , назначение которых будет описано ниже. Устроены левая и правая части окна совершенно одинаково.

Каждая из них, в свою очередь, делится по вертикали на две примерно равные части, на одной из которых выводятся числовые значения температур и давлений среды на фоне мнемосхемы соответствующей нитки тракта, а также параметры узла ВС, а в другой - графики предысторий поведения параметров, представленных на мнемосхеме. Эти части видеокadra называются соответственно полем мнемосхемы и графическим полем.

В поле мнемосхемы помимо указанной информации выводится еще информация о температурном режиме поверхностей нагрева котла, а также параметры питательной воды и расход топлива. Числовые значения технологических параметров выводятся в специально отведенные участки мнемосхемы в виде прямоугольников. В зависимости от специфики выводимых параметров, они могут отображаться в виде целых или вещественных чисел, обычным или увеличенным шрифтом.

Графическое поле делится на нижнее и верхнее. Нижнее поле, как правило, используется для вывода графиков предысторий поведения входных управляющих параметров, а верхнее - для отображения графиков выходных параметров. Поскольку графическая информация, выводимая как в верхнее так и в нижнее графические поля, имеет различную физическую природу, то для ее представления используются по две шкалы, из которых левая рассматривается как основная, а правая - как вспомогательная. Обе шкалы являются плавающими.

Изображаемые в графическом поле графики предысторий поведения параметров объединены в специальные группы в зависимости от решаемой технологической задачи. Каждая из этих групп привязана к соответствующей кнопке из ряда  $F1, \dots, FN$ . Благодаря этому обеспечивается быстрая смена одной группы графиков на другую путем нажатия соответствующей кнопки. Все выводимые в графическое поле группы графиков характеризуются номерами входящих в нее параметров, причем каждый параметр в группе связан либо с основной, либо со вспомогательной шкалой.

Цвета параметров, входящих в отображаемую группу графиков, совпадают с цветами этих параметров на мнемосхеме, а все остальные параметры отображаются одинаковым цветом, отличным от используемых в графиках. Значение параметра на мнемосхеме соответствует значению параметра на правом конце графика предыстории в графическом поле, изображенного тем же цветом.

Однообразие структуры выводимой информации для различных энергоблоков позволило выделить единую форму представления данных на экране. Задание параметров вывода информации сводится к заполнению некоторого шаблона, описывающего структуру выводимой информации. Так, различные энергоблоки различаются мнемосхемой тракта, поэтому структуры отображения числовой информации отличаются лишь спи-

ском координат для вывода значений параметров, а для вывода графической информации необходимо указать перечень параметров, входящих в группы, размерности шкал, а также цвета графиков.

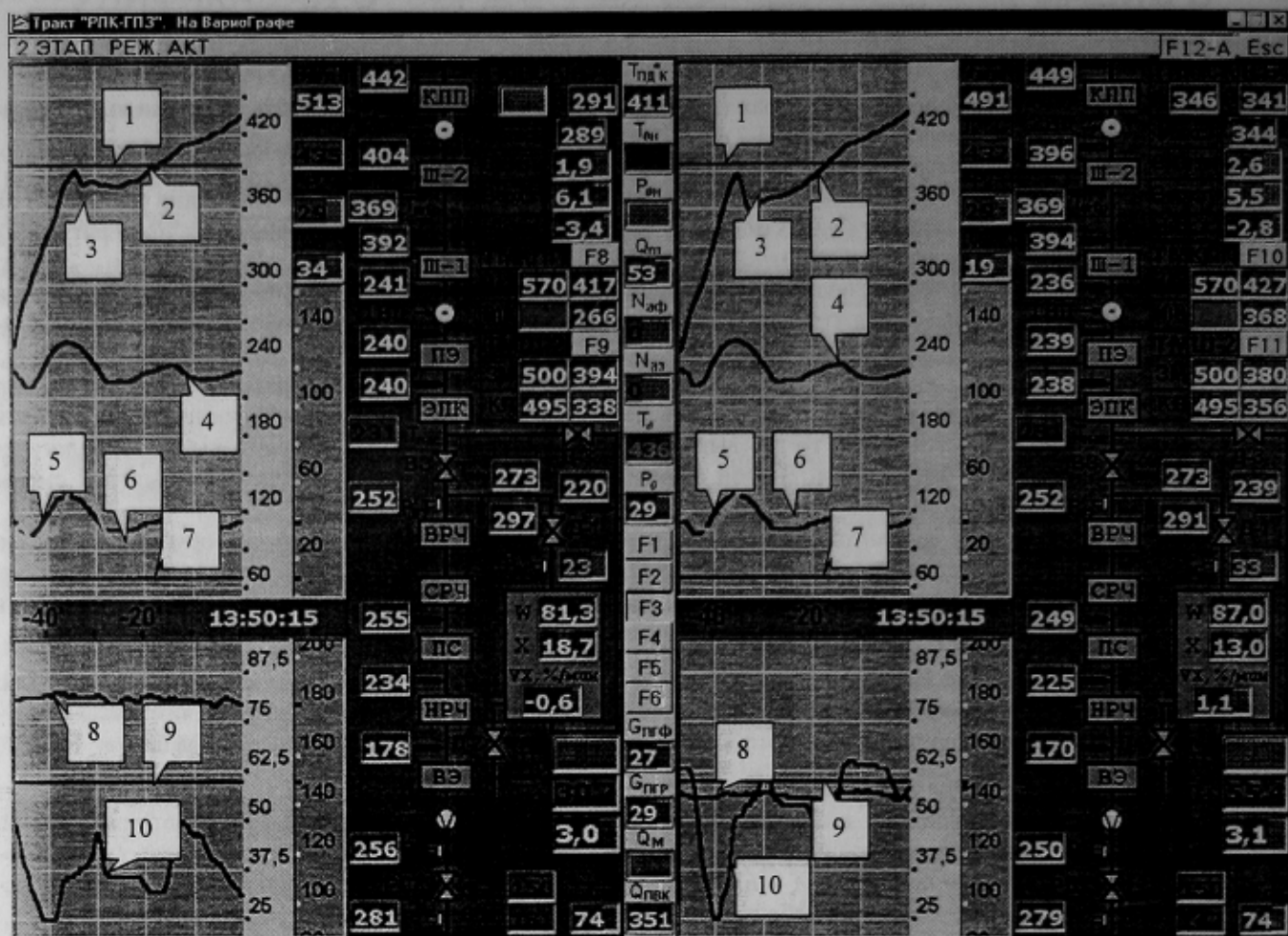


Рисунок 1 – Технологическое окно "Тракт РПК-ГПЗ"

1, 2 – нормативное  $T_{om}$  и фактическое  $T_0^0C$  значения температуры острого пара перед турбиной; 3 – среднее по ниткам значение температуры острого пара перед турбиной  $T_0$ ; 4 – температура насыщения  $T_{нас}$  по давлению  $P_0$ ; 5 – давление острого пара перед турбиной  $P_0$ ; 6 – температура насыщения  $T_{нас}$  по давлению  $P_0$ ; 7 – заданная активная мощность генератора  $N_{ав}$ ; 8 – фактический расход питательной воды  $G_{пвф}$ ; 9 – рекомендуемый расход питательной воды  $G_{пвр}$ ; 10 – фактическое значение указателя положения УП<sub>ф</sub> клапана Д-2.

Все параметры настройки системы отображения хранятся в текстовых файлах, каждый из которых имеет свое назначение, за исключением файла *UVS.DAT*, который формируется T-модулем. Этот файл содержит временной срез выводимых на мнемосхему значений параметров на начало текущего шага контроля.

Файл *VAR.S.DAT* содержит следующие параметры настройки:

- интервал запуска T-модуля в режиме реального времени;
- интервал обновления экрана;
- число групп графиков, а также ряд других важных параметров настройки.

Файл *LBLCOORD.DAT* содержит экранные координаты (x, y) левого верхнего угла вывода параметров на мнемосхему соответственно их номерам. Номера выводимых параметров соответствуют номерам параметров из файла данных *UVS.DAT*.

Файл *NUMTRACE.DAT* содержит число графиков, связанных с основной и вспомогательной шкалами, число предельно допустимых и нормативных значений параметров, связанных с основной шкалой для каждой группы графиков.

Файл *GROUPS.DAT* содержит номера параметров, связанных с основной шкалой, номера параметров, связанных со вспомогательной шкалой, номера предельно допустимых и нормативных значений параметров, связанных с основной шкалой для каждой группы графиков.

Структура файла *TRCOLORS.DAT* аналогична структуре файла *GROUPS.DAT*, с той разницей, что вместо номеров параметров, входящих в группы графиков, здесь записываются цвета отображаемых параметров. Цвет параметра, отображаемого на мнемосхеме, соответствует цвету параметра, отображаемого в графическом поле.

Файл *ABD.DAT* содержит размерности основной и вспомогательной шкал для каждой группы графиков.

Файлы *FLOATS.DAT* и *BIGFONT.DAT* содержат все остальные необходимые параметры настройки.

Для компоновки файла настройки из вышеперечисленных текстовых файлов, хранящих информацию о параметрах отображения (списка координат для вывода числовой информации, количестве и составе групп графиков, цветов графиков, значений временных задержек при отображении и т. п.) разработана утилита настройки системы отображения *CONFIG.EXE*. Эта утилита создает уникальный для каждого типа энергоблока файл настройки *VARS.INI*, который особым образом компонуется на основе информации, записанной в указанных текстовых файлах. Информация о конфигурации отображения считывается *I*-модулем из файла *VARS.INI* один раз при первом его запуске. Структура отображаемой информации остается неизменной во время работы программы.

Предложенный в статье подход к унификации отображения достаточно универсален. Он может быть применен к другим объектам энергетики, для контроля состояния которых наряду с представлением значений параметров объекта требуется знать еще предысторию поведения этих параметров, сгруппированных определенным образом. Состав этих групп должен модифицироваться в процессе эксплуатации оборудования.

**Заключение.** Создана унифицированная система представления выходной информации оперативному персоналу, позволяющая задавать параметры отображения в текстовых файлах и рисунки мнемосхем в графических файлах. Она обладает следующими важными свойствами:

- при переходе от одного типа энергоблока к другому меняется только изображение мнемосхемы и список настраиваемых параметров без изменения исходного кода программы;
- уменьшаются трудозатраты, связанные с отладкой параметров отображения.
- создает предпосылки для разработки удобного пользовательского интерфейса в виде окон и меню для самостоятельной компоновки файлов настройки операторами и технологами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Доброхотов В.И., Жгулев Г.В. Эксплуатация энергетических блоков. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 108 с.
2. Типовая инструкция по пуску из различных тепловых состояний и останову моноблока мощностью 800 МВт с котлом ТГМП-204 и турбиной К-800-240-3. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1980. - 56 с.
3. Типовая инструкция по пуску из различных тепловых состояний и останову моноблока мощностью 300 МВт с турбиной К-300-249 ХТГЗ. - М.: СПО ОРГРЭС, 1977. - 48 с.
4. Концептуальные основы программы "ОКАПР" и результаты ее опытно-промышленной эксплуатации /Афанасьев Н.Н., Гонобоблев А.С., Махно И.В. и др. // "Энергетика и электрификация", 1994, №4, с.1 - 4.
5. Афанасьев Н.Н. Об оперативном контроле и автоматизации пусковых режимов энергоблоков сверхкритического давления // Праці п'ятої Української конференції з автоматичного управління "Автоматика-98" - Київ: вид-во НТУУ, 1998. - с. 159-166.
6. О формировании и выдерживании графика-задания подъема температуры среды перед ВЗ при пуске моноблока сверхкритического давления /Афанасьев Н.Н., Панасовский О.Г., Курышко Г.И., Рудый М.И., Гонобоблев А.С., Шамонин Е.П. // "Энергетика и электрификация", 1997, №3, с.4 - 9.

Надано до редакції:  
Рекомендовано до друку:

26.09.2003  
д.т.н., проф. Скобцов Ю.О.