



ЗАО «ПИК ЗЕБРА»

Код ОКП 425200

Утверждён

ДЮШК.460649.001 ПД-ЛУ

Первичное применение

ДЮШК.460649.001

**ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС «КРУИЗ»
Общее описание системы
ДЮШК.460649.001 ПД**

Редакция 3

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ПТК «КРУИЗ»	5
2 СТРУКТУРА ПТК «КРУИЗ»	6
3 ОПИСАНИЕ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ПТК «КРУИЗ»	8
<i>3.1 Аппаратура нижнего уровня</i>	<i>8</i>
<i>3.2 Аппаратура верхнего уровня</i>	<i>16</i>
<i>3.3 Система электропитания</i>	<i>20</i>
<i>3.4 Конструктивное исполнение приборов НУ</i>	<i>23</i>
<i>3.5 Организация резервирования</i>	<i>26</i>
<i>3.6 Приём сигналов от технологического оборудования</i>	<i>28</i>
4 БАЗОВОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПТК «КРУИЗ»	30
<i>4.1 Принципы организации базового программного обеспечения</i>	<i>30</i>
<i>4.2 Структура программного обеспечения</i>	<i>30</i>
<i>4.3 Распределение различных модулей ПО в ПТК «КРУИЗ»</i>	<i>31</i>
<i>4.4 Функции частей базового программного обеспечения</i>	<i>33</i>
<i>4.5 Методы и средства разработки программного обеспечения</i>	<i>36</i>
<i>4.6 Операционные системы нижнего и верхнего уровней</i>	<i>41</i>
<i>4.7 Средства, расширяющие возможности ОС</i>	<i>42</i>
5 ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПТК «КРУИЗ»	44
<i>5.1 Принципы организации прикладного программного обеспечения</i>	<i>44</i>
<i>5.2 Программное обеспечение контроллеров нижнего уровня</i>	<i>44</i>
<i>5.3 Программное обеспечение рабочих мест оператора</i>	<i>54</i>
6 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПТК «КРУИЗ»	69
<i>6.1 Состав информационного обеспечения</i>	<i>69</i>
<i>6.2 Организация информационного обеспечения</i>	<i>69</i>
<i>6.3 Описание технологического процесса обработки данных</i>	<i>74</i>
7 ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПТК «КРУИЗ» ...	90
8 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПТК «КРУИЗ»	97
<i>8.1 Технические характеристики</i>	<i>97</i>
<i>8.2 Метрологические характеристики</i>	<i>98</i>
<i>8.3 Условия эксплуатации</i>	<i>98</i>
<i>8.4 Надёжность. Мероприятия по обеспечению отказоустойчивости системы</i> ...	<i>99</i>

9 ИСПЫТАНИЯ ПТК «КРУИЗ»	101
<i>9.1 Основные этапы испытаний ПТК</i>	<i>101</i>
<i>9.2 Испытания технических средств ПТК</i>	<i>101</i>
<i>9.3 Стендовые (полигонные) испытания программного обеспечения ПТК</i>	<i>102</i>
<i>9.4 Тренажёр</i>	<i>103</i>
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	109
ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ	110
Приложение. Программно-технический комплекс «КРУИЗ». Общее описание системы. Каталог технических средств ПТК «КРУИЗ». ДЮШК.460649.001 ПД1	

ВВЕДЕНИЕ

Общее описание программно-технического комплекса (ПТК) «КРУИЗ» предназначено для изучения основных характеристик и задач, решаемых ПТК при внедрении и эксплуатации автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) на различных промышленных объектах.

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ПТК «КРУИЗ»

1.1 Программно-технический комплекс «КРУИЗ» автоматизированной системы управления технологическим процессом представляет собой совокупность аппаратных и программных средств и предназначен для реализации автоматического, автоматизированного и дистанционного управления технологическим оборудованием промышленных объектов.

Основными целями создания АСУТП являются:

- обеспечение управления технологическими процессами производства в нормальных, предаварийных, аварийных и послеаварийных режимах;
- обеспечение оперативного персонала достаточной, достоверной и своевременной информацией о режимах работы, протекании технологических процессов, состоянии оборудования и технических средств управления;
- оптимизация технико-экономических показателей;
- повышение надёжности работы оборудования;
- улучшение условий труда эксплуатационного персонала.

При работе ПТК обеспечивает выполнение следующих задач:

- сбор и первичную обработку информации в реальном времени;
- контроль достоверности принимаемой информации;
- получение и хранение ретроспективной информации;
- формирование и выдачу команд управления технологическим оборудованием;
- реализация технологических защит и блокировок;
- реализация контуров автоматического управления;
- функционально-групповое логическое управление;
- представление информации оперативному и инженерному персоналу АСУТП в виде мнемосхем, графиков, гистограмм и т.д.;
- протоколирование и документирование;
- регистрацию аварийных событий и анализ действия защит;
- расчёт технико-экономических показателей, анализ пуска/останова;
- контроль и отображение состояния комплекса технических (КТС) и программных средств.

2 СТРУКТУРА ПТК «КРУИЗ»

2.1 ПТК «КРУИЗ» имеет иерархическую структуру: двухуровневую по вертикали, разделенную на верхний (ВУ) и нижний (НУ) уровни, и распределенную по горизонтали, определяемую количеством объединяемых по функционально-групповым признакам устройств объекта управления. На рисунке 2.1 приведена упрощенная структурная схема ПТК «КРУИЗ».

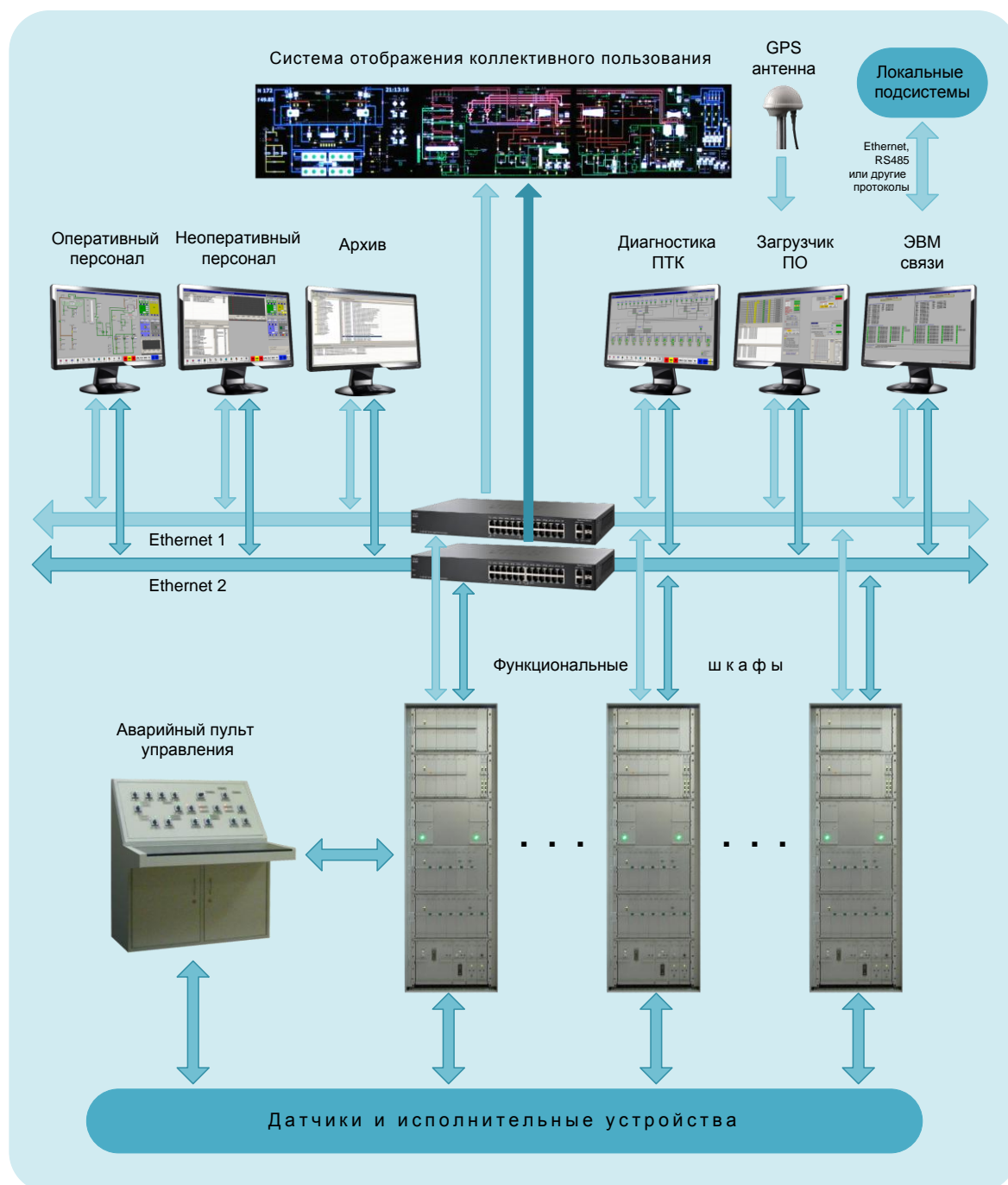


Рисунок 2.1 – Упрощенная структура ПТК КРУИЗ

В целом ПТК АСУТП представляет собой децентрализованную человеко-машинную систему, в которой часть управления выполняется автоматически (без участия человека), а часть – с помощью дистанционного автоматизированного управления, т.е. с участием человека. В экстренных случаях управление технологическим процессом может осуществляться с помощью аварийных средств и индивидуальных ключей управления, установленных на пультах резервной системы управления. Индивидуальные средства контроля и управления используются для обеспечения безопасного останова оборудования в случае функционального отказа ПТК.

Для каждого уровня АСУТП предусматриваются соответствующие посты управления с постоянным пребыванием оперативного персонала. Информация формируется и выводится техническими средствами ПТК автоматически, решения же по управлению принимаются и реализуются оператором. Взаимодействие оператора с системой управления осуществляется с помощью подсистемы представления информации, клавиатур и манипуляторов типа «мышь».

2.2 На верхнем уровне реализуются функции отображения информации, ввода команд оперативного (дистанционного и автоматизированного) управления как установкой в целом, так и отдельными её элементами, а также все неоперативные функции АСУТП (архивация, расчётные задачи, протоколирование и т.д.).

2.3 На нижнем уровне реализуются функции сбора и предварительной обработки информации, выполнения алгоритмов управления исполнительными механизмами (ИМ) как в автоматическом режиме, так и в режиме приёма команд оператора, поступающих с верхнего уровня.

2.4 Верхний и нижний уровни объединены локальной вычислительной сетью (ЛВС) на основе Ethernet (метод доступа к среде IEEE 802.3). ЛВС дублирована и каждая подсеть обслуживается отдельным сетевым коммутатором.

3 ОПИСАНИЕ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ПТК «КРУИЗ»

3.1 Аппаратура нижнего уровня

3.1.1 Основные технические характеристики аппаратных средств НУ

Аппаратура нижнего уровня размещается в функциональных шкафах (ФШ) напольного или настенного исполнения в зависимости от количества обрабатываемых сигналов и отведённого места установки. Каждый ФШ имеет в своём составе два промышленных контроллера – основной и резервный, которые обеспечивают обмен информацией с контроллерами других ФШ и с аппаратурой верхнего уровня по сети Ethernet. Через разнотипные устройства сопряжения, размещаемые в крейтах, ФШ подключаются к оборудованию объекта.

Все устройства сопряжения с объектом (блоки УСО), размещаемые в ФШ, связаны с контроллерами по цифровому интерфейсу.

Блоки УСО предназначены для электрофизической стыковки и обеспечения электроизоляции аппаратуры ПТК от датчиков и исполнительных механизмов объекта автоматизации.

Устройства сопряжения с объектом ориентированы на приём следующих сигналов:

- унифицированных токовых сигналов (от 0 до 5 мА и от 0 до 20 мА, в т. ч. от пассивных датчиков типа «Сапфир» с электропитанием от ПТК (двухпроводная схема));
- натуральных сигналов термопар (градуировки ХА, ХК, ПП);
- натуральных сигналов термосопротивлений (градуировки 50М, 100М, 50П, 100П);
- дискретных сигналов 24 В постоянного и переменного тока частотой 50 Гц;
- дискретных сигналов 48 В постоянного и переменного тока частотой 50 Гц;
- дискретных сигналов 230 В постоянного и переменного тока частотой 50 Гц;
- дискретных сигналов типа «сухой контакт» и прочих.

Блоки УСО позволяют выдавать унифицированные сигналы постоянного тока в диапазонах от 0 до 20 мА и от 4 до 20 мА.

Блоки УСО обеспечивают коммутацию цепей управления следующих сигналов:

- дискретные сигналы 24 В и 48 В постоянного тока (ток коммутации от 0,02 до 2,00 А);
- дискретные сигналы 220 В постоянного тока (ток коммутации от 0,01 до 1,00 А);
- дискретные сигналы 24 В, 48 В и 230 В переменного тока частотой 50 Гц (ток коммутации от 0,03 до 2,00 А);

В состав каждого напольного ФШ входят шесть крейтов формата 6U. В нижнем крейте расположена аппаратура электропитания, преобразующая первичное переменное трёхфазное напряжение 400/230 В или напряжение внешнего источника постоянного тока от 200 В до 240 В (резервное) во вторичное постоянное напряжение электропитания ФШ (два канала).

В случае отсутствия на объекте переменного трёхфазного напряжения 400/230 В или внешнего источника постоянного тока напряжением от 200 В до 240 В, предусмотрена установка в нижний крейт двух источников напряжения с аккумуляторной поддержкой, запитываемых переменным напряжением 230 В и формирующих вторичное постоянное напряжение электропитания ФШ.

Настенные ФШ выпускаются в модификациях, включающих от одного до трёх крейтов формата 6U. Каждое исполнение имеет в своём составе: один или два ЛК, устройства сопряжения с объектом, ориентированные на приём и выдачу различных сигналов, и аппаратуру электропитания.

Один или несколько ФШ, сопрягающихся с технологической группой объекта, образуют систему управления функциональной группой.

Каталог технических средств ПТК «КРУИЗ» приведён в Приложении. Краткое описание аппаратных средств нижнего уровня приведено ниже.

3.1.2 Локальный контроллер

3.1.2.1 Локальный контроллер (ЛК) аппаратуры НУ ПТК может быть выполнен на базе одного из покупных процессорных модулей. В настоящее время применяется процессорная плата формата Micro PC фирмы «Fastwell» (Россия).

Модули, элементную базу которых составляют КМОП-схемы, имеют небольшую потребляемую мощность, что позволяет обойтись без принудительного охлаждения ЛК.

Обмен информацией между модулями ЛК осуществляется по внутренней магистрали стандарта ISA. Все устройства, подключённые к внутренней магистрали ЛК, используют одни и те же магистральные сигналы. На объединительной плате установлен источник вторичного электропитания (ИВЭП), который запитывается от напряжения + 24 В. ИВЭП выдает напряжение + 5 В (максимальный ток 4 А) для питания всех модулей ЛК.

3.1.2.2 Локальный контроллер на базе модуля CPU686E фирмы «Fastwell»

Состав ЛК:

- модуль процессора CPU686E со встроенным адаптером сети Ethernet;
- модуль ввода/вывода дискретных сигналов 5600;
- источник вторичного электропитания (ИВЭП).

Модули устанавливаются в монтажный каркас, на котором расположено три соединителя (слота). В один соединитель устанавливается модуль процессора, во второй – плата 5600, третий соединитель может быть использован для подключения дополнительного модуля расширения.

Структурная схема ЛК приведена на рисунке 3.1.

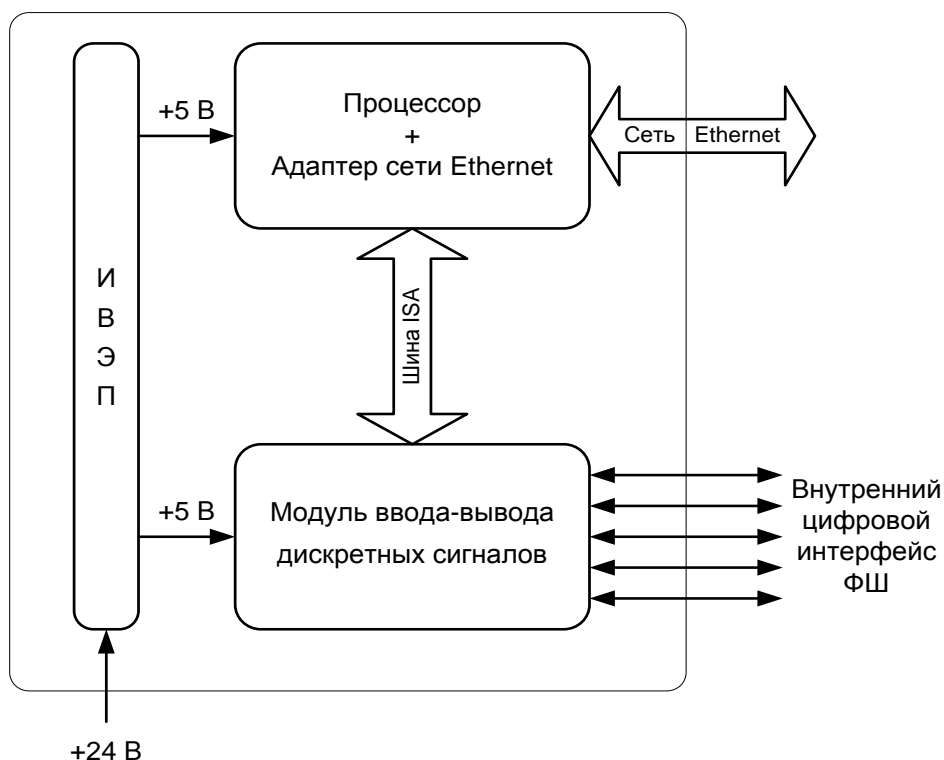


Рисунок 3.1 – Структурная схема ЛК на базе модуля CPC108 фирмы «Fastwel»

Модуль процессора CPC108 предназначен для использования в системах управления реального времени, контроля производства, высокоскоростного сбора данных. Работу модуля поддерживает операционная система FDOS, находящаяся в ПЗУ.

Основные характеристики модуля процессора:

- программная совместимость с ОС DOS, QNX 6.3x, QNX 4.25, Windows 2000, XPe, RTOS32, Windows CE5, Linux;
- процессор AMD GEODE LX 800;
- тактовая частота 500 МГц;
- оперативная память ёмкостью 256 МБ;
- Flash-диск, объемом 64 МБ;
- соединитель для установки карт Compact Flash;
- видеоконтроллер;
- контроллер Ethernet 10/100 Мбит/с;
- порт USB;

- последовательные порты COM1 и COM2 (RS-232) со скоростью передачи до 115,2 Кбит/с, COM3 и COM4 (RS-422/RS-485);
- консольный ввод/вывод через последовательные порты COM1 и COM2;
- порт клавиатуры и «мыши» PS/2;
- АС-97 совместимый контроллер звука;
- CMOS + SFRAM для хранения конфигурации;
- два таймер-сторожа;
- часы реального времени;
- напряжение питания модуля 5,0 В, ток потребления 1,3 А;
- диапазон рабочих температур: от минус 40 °С до + 85 °С;
- время наработки на отказ 180 000 часов.

Модуль ввода/вывода 5600 на 96 дискретных сигналов предназначен для приёма/выдачи дискретных сигналов и используется в аппаратуре технических средств ПТК для организации цифрового интерфейса между локальным контроллером и блоками УСО в ФШ. Модуль на 96 дискретных сигналов содержит четыре порта (4 x 24 = 96) и позволяет, таким образом, организовать обмен с четырьмя дискретными крейтами. Три байтовых регистра образуют группу (порт) на 24 входа-выхода, каждый порт используется для организации интерфейса с одним из крейтов (этажей ФШ), на котором установлены блоки УСО, имеющие цифровой интерфейс связи с ЛК.

Кроме описанного выше модуля, имеется его модификация на 48 дискретных сигналов (2 порта), которая используется в ФШ с двумя крейтами УСО.

Напряжение питания модуля (5,00±0,25) В. Средний ток потребления 35 мА, максимальный ток потребления 75 мА.

3.1.3 Устройства сопряжения с объектом, располагаемые в ФШ

3.1.3.1 Блок приёма унифицированных сигналов тока

Блок АВ23Х имеет встроенные 12-разрядные аналогово-цифровые преобразователи (АЦП), преобразующие внешние сигналы в цифровые коды, которые он передаёт в ЛК по запросу. Блок содержит 30 входных гальванически развязанных каналов. Основная приведённая погрешность преобразования составляет не более 0,25 % полной шкалы.

Опрос блока может параллельно производиться с любого ЛК.

Блок имеет две модификации:

- 1 – приём токового сигнала от 0 до 5 мА;
- 2 – приём токового сигнала от 0 до 20 мА.

3.1.3.2 Блоки приёма сигналов от термоэлектрических преобразователей (ТП)

Блоки серий ТП2ХХ-ХХ и ТП4ХХ предназначены для приёма сигналов от 10 или 20 датчиков ТП типов ХА, ХК, ПП.

Компенсация температуры холодных спаев производится программно посредством технических средств. Измерителем температуры холодного спая служит датчик ТС, расположенный в кроссовом шкафу.

В зависимости от диапазона принимаемых сигналов применяются различные модификации блоков серий ТП2ХХ-ХХ и ТП4ХХ.

Блоки содержат встроенный АЦП (12 разрядов), который преобразует внешние сигналы в пропорциональный код и передаёт его в ЛК по запросу. Гальваническая развязка осуществляется группами по 10 сигналов. Основная приведённая погрешность преобразования составляет не более 0,2 % полной шкалы.

Опрос блоков может параллельно производиться с любого ЛК.

К блоку каждой модификации могут быть подключены только одинаковые датчики соответствующего типа.

В составе ПТК «КРУИЗ» имеется также универсальный блок приёма сигналов от термопар ТП450, к которому можно подключить датчики любого типа в широком диапазоне температур. Настройка каждого канала на тип датчика и его шкалу происходит при загрузке в ЛК программного обеспечения конкретного проекта.

Все 20 входов блока имеют гальваническую развязку. Основная приведённая погрешность преобразования составляет не более 0,03 % полной шкалы.

3.1.3.3 Блоки приёма сигналов от термопреобразователей сопротивления (ТС)

Блоки серий ТС2ХХ-ХХ предназначены для приёма сигналов от 10 или 20 датчиков ТС типов 50П, 100П, 50М, 100М. В зависимости от диапазона принимаемых сигналов применяются различные модификации блоков.

Блоки содержат встроенный АЦП (12 разрядов), который преобразует внешние сигналы в пропорциональный код и передает его в ЛК по запросу. Гальваническая развязка осуществляется группами по 10 сигналов. Основная приведённая погрешность преобразования составляет не более 0,2 % полной шкалы.

В состав ПТК «КРУИЗ» входят блоки серии ТС2ХХ-8И с индивидуальной гальванической развязкой каждого входа. Блоки этой серии принимают по восемь сигналов термосопротивлений и применяются при высоком уровне помех на линии, например, в случае установки датчиков на генераторе.

Опрос блока может параллельно производиться с любого из ЛК.

К блоку каждой модификации могут быть подключены только одинаковые датчики соответствующего типа.

В составе ПТК «КРУИЗ» имеется также универсальный блок приёма сигналов от термосопротивлений ТС450, к которому можно подключить датчики любого типа в широком диапазоне температур. Настройка каждого канала на тип датчика и его шкалу происходит при загрузке в ЛК программного обеспечения конкретного проекта.

Все 20 входов блока имеют гальваническую развязку. Основная приведённая погрешность преобразования составляет не более 0,014 % полной шкалы.

Ко всем вышеперечисленным блокам ТС датчики подключаются по трёхпроводной схеме.

3.1.3.4 Блок приёма низкоуровневых дискретных сигналов

Блок предназначен для приёма 32-х дискретных сигналов. Блок имеет входное сопротивление не менее 1,5 кОм, максимальный входной ток не более 21 мА. Блок принимает сигналы постоянного и переменного напряжения.

Низкий логический уровень фиксируется при значении входного сигнала от 0 до 3 В, высокий логический уровень фиксируется при значении входного сигнала от 10 до 30 В.

Длительность подаваемых на входы блока сигналов должна быть не менее 10 мс.

Не допускается подача на входы блока значений сигналов $U < 0$ В, $U = 3 - 10$ В, $U > 32$ В.

Блок обеспечивает гальваническую развязку между датчиком и шинами питания блока, между различными датчиками с напряжением изоляции не менее 500 В.

Рабочее напряжение гальванической развязки «вход-вход», «вход-выход», «вход-корпус» равно 250 В.

Опрос блока может параллельно производиться с любого из ЛК.

3.1.3.5 Блок приёма дискретных сигналов типа «сухой контакт»

Блок является разновидностью блока приёма низкоуровневых дискретных сигналов, специально ориентированной на приём сигналов типа «сухой контакт» (до 32 В постоянного тока). Блок принимает четыре группы по восемь гальванически связанных через минусовой проводник сигналов.

Блок имеет две модификации:

- с входным сопротивлением 1800 Ом и входным током до 18 мА;
- с входным сопротивлением 600 Ом и входным током до 53 мА.

3.1.3.6 Блок приёма высокоуровневых дискретных сигналов (230 В переменного тока)

Блок предназначен для приёма 30 дискретных сигналов (230 +23/-35) В переменного тока частотой (50 ± 2) Гц.

При номинальном входном сигнале входной ток не превышает 30 мА.

Блок обеспечивает гальваническую развязку между датчиком и шинами питания блока 1500 В, датчики гальванически связаны по цепи «нейтраль».

Опрос блока может параллельно производиться с любого из ЛК.

3.1.3.7 Блок приёма высокоуровневых дискретных сигналов (220 В постоянного тока)

Блок предназначен для приёма 16 дискретных сигналов в диапазоне 187 – 242 В. Входное сопротивление блока 60 кОм. Входы блока гальванически развязаны между собой и шинами питания.

Опрос блока может параллельно производиться с любого из ЛК.

3.1.3.8 Блок приёма инициативных дискретных сигналов

Блок предназначен для приёма 16 инициативных дискретных сигналов с датчиков, групповой гальванической развязки сигналов (две группы по восемь сигналов), фильтрации недостоверных сигналов и фиксации достоверных сигналов с меткой времени, архивации данных об истории изменения сигналов. Параметры сигналов:

- уровень логического нуля от 0 до 8 В постоянного тока (входной ток от 0 до 13 мА);

- уровень логической единицы от 15 до 32 В постоянного тока (входной ток от 25 до 53 мА).

Интервал опроса входных сигналов не более 5 мс.

Блок обеспечивает гальваническую развязку между любым входом блока и шинами питания блока, а также между любыми входами блока и корпусом не менее 1000 В.

Опрос блока может параллельно производиться с любого из ЛК.

3.1.3.9 Блок управления исполнительным устройством

Блок предназначен для коммутации цепей управления исполнительными устройствами. Имеется несколько типов блоков, различающихся параметрами коммутируемых напряжений и количеством каналов (таблица 3.1).

Таблица 3.1

Шифр блока	Коммутируемое напряжение, Укомм, В	Количество каналов	Тестирование исправности каналов
ДУ205	= 3 – 60	16	нет
ДУ206	~ 24 – 280	16	нет
ДУ207	= 34 – 220	16	нет
ДУ210	~ 195 – 253	16	есть
ДУ211	~ 195 – 253	8	есть

Время нахождения коммутирующего элемента в открытом и закрытом состоянии не ограничено и определяется прикладной программой.

Управление блоком может осуществляться от любого из двух ЛК (в том случае, если этот ЛК является ведущим).

Развязка между отдельными выходами и между выходами и шиной питания блока с напряжением изоляции не менее 1000 В.

3.1.3.10 Блок выдачи нормализованного токового сигнала

Блок предназначен для выдачи восьми гальванически развязанных сигналов от 0 до 20 мА на управляемое устройство (в этот диапазон входят шкалы от 0 до 5 мА, от 0 до 20 мА и от 4 до 20 мА).

Основная приведённая погрешность составляет не более 0,2 % полной шкалы (ПШ).

Дополнительная приведенная погрешность в рабочем диапазоне температур составляет не более 0,2 % ПШ.

Эффективная разрядность ЦАП – 15 бит.

Сопротивление нагрузки – от 0 до 450 Ом.

Напряжение пробоя изоляции между выходами, между выходами и минусом источника питания или корпусом не менее 1000 В.

Управление блоком может осуществляться от любого из двух ЛК (в том случае, если этот ЛК является ведущим).

3.1.4 Источники питания (ИП) датчиков

3.1.4.1 Источники питания предназначены для питания датчиков типа «сухой контакт» или пассивных аналоговых нормализованных сигналов. Блоки ИП выпускаются в двух конструктивах: для установки в ФШ и для установки в КШ.

3.1.5 Модуль гальванической развязки

3.1.5.1 Модуль АПАВ00Х содержит встроенный преобразователь «напряжение-частота». Он преобразует внешний сигнал в пропорциональную частоту и передаёт его через микросхему гальванической развязки в микросхему цифро-аналогового преобразования (ЦАП). Модуль содержит один входной канал. Электропитание модуля гальванически отделено от питания канала измерения и от канала ЦАП. Основная приведённая погрешность преобразования составляет не более 0,1 % полной шкалы.

Данный модуль устанавливается на DIN-рейке в кроссшкафу (КШ).

Модуль имеет три модификации:

- 1 – приём токового сигнала от 0 до 5 мА – выходной ток от 0 до 5 мА;
- 2 – приём токового сигнала от 0 до 20 мА – выходной ток от 0 до 20 мА;
- 3 – приём напряжения от 0 до 5 В – выходной ток от 0 до 20 мА.

3.2 Аппаратура верхнего уровня (ВУ)

3.2.1 Аппаратура верхнего уровня выполняет функции отображения состояния технологического процесса, оборудования объекта управления, функции автоматического и автоматизированного управления технологическими процессами, а также функции диагностики аппаратуры ПТК. Аппаратура ВУ реализуется на базе персональных ЭВМ (ПЭВМ) типа IBM PC Pentium как в офисном, так и, при соответствующем заказе, в промышленном исполнении.

Все автоматизированные рабочие места (АРМ) подключаются к источникам бесперебойного питания (ИБП), которые обеспечивают питанием оперативный контур при отказе штатного питания. Тип ИБП определяется мощностью нагрузки и временем восстановления штатного питания.

ПЭВМ могут оснащаться печатающими устройствами для получения «твёрдых» копий.

Средства отображения комплекса могут дополняться проекционными или жидкокристаллическими (ЖК) экранами большого размера.

Вся аппаратура верхнего уровня соединена между собой и с аппаратурой нижнего уровня системой магистралью Ethernet, которая включает в себя сетевые адаптеры, установленные в ПЭВМ, кабели и коммутаторы.

Синхронизация системного времени с астрономическим реализуется с помощью GPS-антенны, соединённой с одной из ПЭВМ.

Персональные ЭВМ размещаются на промышленных пультах или столешницах офисной мебели, адаптированной для промышленного применения.

Варианты компоновки помещения диспетчерского управления (блочного щита управления) приведены на рисунке 3.2.

3.2.2 Технические средства, на которых реализована аппаратура верхнего уровня, делятся на средства оперативного и неоперативного контуров управления.

К техническим средствам оперативного контура управления относится АРМ оператора (оператора-технолога, оператора-электрика и т.п.), являющееся основным пунктом контроля и управления режимами технологической установки и отображения информации о ходе технологического процесса.

К техническим средствам неоперативного контура управления относятся: АРМ Архива, АРМ дежурного инженера ПТК (АРМ ДИ ПТК), АРМ диагностики ПТК (АРМ ПТК), АРМ расчётов и протоколирования (АРМ РП), АРМ технологических функций (АРМ ТФ), Загрузчик программного обеспечения (ЗПО) и т.п.

3.2.2.1 В состав АРМ, как правило, входят:

- системный блок (с процессором Intel Pentium);
- цветной графический дисплей с размером экрана не менее 22”;
- унифицированная клавиатура;
- манипулятор типа «мышь»;
- средство сопряжения с сетью Ethernet.

В случае выполнения этим АРМ функции сигнализации, оно оснащается средствами звукового оповещения (звуковыми колонками).

3.2.2.2 АРМ Архива является средством для сбора и хранения информации о протекании технологического процесса, поэтому оно дополнительно оснащается устройством для записи (лазерный дисковод) и дисками большой ёмкости для длительного хранения информации.

3.2.2.3 АРМ ДИ ПТК предназначено для управления включением защит и блокировок; настройки регуляторов, коррекции настроечных параметров задач и других задач. Рабочее место может быть оснащено принтером.

3.2.2.4 АРМ ПТК предназначено для диагностики состояния элементов ПТК, ведения базы данных и других задач.

3.2.2.5 АРМ РП предназначен для ведения оперативной и отчётной документации на основе данных из Архива и вывода данной документации на печать, поэтому имеет в своём составе принтер формата А4.

3.2.2.6 АРМ ТФ предназначен для выполнения расчётных функций, таких как «Расчёт технико-экономических показателей», «Анализ пуска/основа» и других.

3.2.2.7 ЗПО управляет резервированием узлов системы, осуществляет контроль целостности ПО, является источником единого времени системы. Кроме того, ЗПО предназначен для загрузки в ЛК ФШ ПТК системного программного обеспечения при перезагрузке ЛК и для синхронизации системного времени с астрономическим.



Рисунок 3.2 – Примеры компоновок блочного щита управления

3.2.3 Система отображения коллективного пользования (видеостена)

3.2.3.1 Система отображения коллективного пользования (СОКП) предназначена для отображения укрупнённой мнемосхемы объекта управления, пусковой схемы или других отдельных видеофрагментов по желанию оператора.

3.2.3.2 В состав СОКП входят один или несколько проекционных экранов или ЖК дисплеев и управляющие ими системные блоки ПЭВМ.

Преимуществом этих средств отображения информации является возможность работы в условиях повышенной освещённости в помещении. Особенностью их конструкции является возможность стыковки экранов практически без зазоров, что позволяет увеличивать площадь экранов до любых размеров.

Проекторы и ЖК дисплеи стыкуются с ПЭВМ типа IBM PC по входу RGB/VGA/HDMI.

Примеры отображения мнемосхем на видеостене представлены на рисунке 3.3.

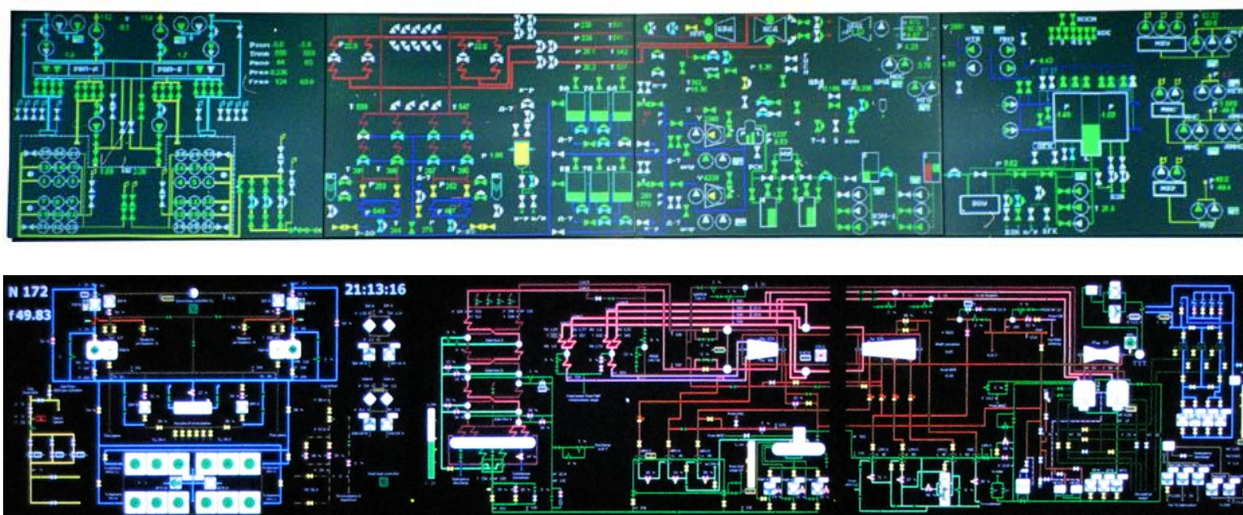


Рисунок 3.3 – Примеры отображения мнемосхемы на видеостене

3.2.4 Резервная (аварийная) система управления

Резервная (аварийная) система управления, как правило, представляет собой аварийный пульт, содержащий минимально необходимый набор органов управления и индикационных приборов. Аварийный пульт позволяет выдавать команды прямого управления как на технологическое оборудование, так и на ФШ для выполнения защитных действий в случае неполного отказа ПТК (см. рисунок 2.1).

3.3 Система электропитания

3.3.1 Электропитание ФШ ПТК может быть организовано разными способами:

- 1-ый способ: основное питание – трёхфазная сеть 400/230 В переменного тока частотой 50 Гц, резервное – источник постоянного тока от 200 В до 240 В;
- 2-ой способ: основное и резервное питание – две трёхфазные сети 400/230 В переменного тока частотой 50 Гц;
- 3-ий способ: основное и резервное питание – две сети 230 В переменного тока частотой 50 Гц;
- 4-ый способ: основное и резервное питание – две независимые сети 230 В переменного тока частотой 50 Гц (имеются ввиду сети от разных трансформаторов) или резервной может быть сеть от источника постоянного тока 220 В.

3.3.2 При электропитании ФШ по 1-му способу в штатном режиме работы потребление тока от источника постоянного тока отсутствует. В случае появления тока в цепи источника постоянного тока более 100 мА вырабатывается сигнал, свидетельствующий о неисправности (отсутствие фазы, перекос фаз, понижение напряжения, отказ предохранителя и т.д.) источника переменного тока.

Система электропитания ФШ имеет распределённую трёхступенчатую структуру.

Понижающий трансформатор 400/230 В → 230/127 В и трёхфазный выпрямитель составляют первую ступень. На выходе производится сведение выпрямленного напряжения и напряжения аккумуляторной батареи.

Вторую ступень составляют источники вторичного электропитания (ИВЭП), на вход которых поступает постоянное напряжение (220 – 340) В, а с выхода снимается напряжение 24 В (2 канала). В каждом функциональном шкафу имеется собственная система электропитания, первая и вторая ступень которых размещаются в нижнем (шестом) этаже.

Третью ступень составляют ИВЭП, преобразующие входное напряжение 24 В в выходные напряжения питания блоков УСО 5 В. Эти источники размещаются непосредственно в крейтах контроллера и блоках УСО.

Все ИВЭП построены на принципе высокочастотного преобразования энергии и имеют высокие энергетические и удельные характеристики.

Параметры питания блоков и ЛК приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

Назначение блока	Шифр серии/блока	Напряжение и максимальный ток потребления блока
Приём унифицированных токовых сигналов	АВ23Х	+5В 230 мА
Приём натуральных сигналов термопар (с групповой гальванической развязкой входов)	ТП2ХХ-ХХ ТП4ХХ	+ 5 В 250 мА
Приём натуральных сигналов термосопротивлений (с групповой гальванической развязкой входов)	ТС2ХХ-ХХ	+ 5 В 440 мА
Приём натуральных сигналов термосопротивлений (с индивидуальной гальванической развязкой каждого входа)	ТС2ХХ-8И	+ 5 В 750 мА
Приём натуральных сигналов термосопротивлений (универсальная шкала)	ТС450	+ 5 В 400 мА
Приём натуральных сигналов термопар (универсальная шкала)	ТП450	+ 5 В 350 мА
Приём дискретных и силовых сигналов	ДВ205 ДВ209 ДВ211 ДВ214	+ 5 В 500 мА (ДВ205) 350 мА (ДВ209) 210 мА (ДВ211) 100 мА (ДВ214)
Управление исполнительным устройством	ДУ205 ДУ206 ДУ207 ДУ210 ДУ211	+ 5 В 135 мА (1 команда) 400 мА (16 команд)
Выдача унифицированного токового сигнала	АУ210	+ 5 В 800 мА
Локальный контроллер (платы СРС108, 5600)	ЛК403	24 В 500 мА

3.3.3 При отсутствии на объекте источника постоянного тока (аккумулятора) (питание по 2-му способу), электропитание ФШ может осуществляться от двух фидеров переменного тока 400 В с преобразованием одного из них средствами ПТК в постоянное напряжение 220 В.

3.3.4 При электропитании ФШ по 3-му способу, в случае пропадания напряжения одной из питающих сетей, технические средства, входящие в состав ФШ, продолжают выполнять свои функции в течение 20 минут благодаря аккумуляторной поддержке, реализованной внутри каждого ФШ.

3.3.5 Питание ФШ по 4-му варианту организовано следующим образом. Крейт питания выдаёт два напряжения: (24,0+0,5) В и (24,0–0,5) В. Напряжение (24,0+0,5) В вырабатывается источником, запитываемым от основной сети (~230 В), а напряжение (24,0–0,5) В – источником, запитываемым от резервной сети (~230 В или =220 В). При штатной работе электропитание крейтов ФШ осуществляется напряжением (24,0+0,5) В от

основной сети, а при её пропадании – напряжением (24,0–0,5) В – от резервной. Переход от одной сети к другой происходит безударно.

3.3.6 Электропитание аппаратуры АРМ, шкафов локальной вычислительной сети, а также ФШ настенного исполнения осуществляется от двух сетей переменного тока напряжением 230 В через источники бесперебойного питания.

3.3.7 Электропитание датчиков типа «сухой контакт» может осуществляться:

– от ИВЭП, обеспечивающих ток нагрузки 2 А, что позволяет запитать одним источником до 30 датчиков;

– от ИВЭП, обеспечивающих ток нагрузки 100 мА, что позволяет запитать одним источником от 1 до 5 датчиков.

3.3.8 Электропитание пассивных аналоговых датчиков типа «Сапфир» осуществляется от ИВЭП, обеспечивающих ток нагрузки до 50 мА, что позволяет запитать один датчик типа «Сапфир» по двухпроводной схеме.

3.3.9 Структура электропитания и приборы электропитания разработаны с учётом требований Международной электротехнической комиссии (МЭК).

3.4 Конструктивное исполнение приборов НУ

3.4.1 При разработке базовых несущих конструкций (БНК) аппаратуры использован ГОСТ Р МЭК 60297-3 (ЕВРОМЕХАНИКА). В качестве БНК первого уровня для УСО используются блоки с входящими в них двусторонними печатными платами (ДПП) размерами 160x233 мм, являющимися основной несущей конструкцией блоков. На платах устанавливаются два соединителя DIN фирмы AMP для связи с ЛК и объектом управления.

На объединительной плате блока ЛК установлены:

- соединитель для подачи напряжения 24 В на ИВЭП;
- ИВЭП, который выдает напряжение +5 В (максимальный ток 4 А) для питания всех плат ЛК;
- монтажный каркас.

Монтажный каркас имеет три или четыре (в зависимости от типа ЛК) соединителя системной магистрали ISA, в которые устанавливаются процессорный модуль и модули расширения. Модули фиксируются с помощью прижимных планок к боковым стенкам каркаса. Монтажный каркас крепится винтами к объединительной плате и к передней панели блока ЛК.

На переднюю панель блока ЛК выведены:

- тумблер ПИТАНИЕ с индикатором наличия напряжения «+5 В»;
- соединитель DB-9F для подключения к порту COM1.

3.4.2 Блоки и ЛК устанавливаются в крейты (блочные каркасы), которые в свою очередь, устанавливаются в шкафы различной этажности (рисунок 3.4).

В задней верхней части блочного каркаса функционального крейта расположена кроссплата ДПП с соединителями, на которой реализована шинная магистраль между ЛК и блоками УСО. С помощью этой кроссплаты осуществляется также подвод электропитания к блокам УСО. В нижней части крейта сзади установлены переходные платы для подключения сигнальных кабелей к блокам УСО.

Крейт питания тоже имеет кроссплату ДПП, которая предназначена для подключения внешнего электропитания ФШ, электрических связей между источниками питания шкафа, подачи электропитания на функциональные крейты и ЛК с помощью внутришкафных кабелей.

3.4.3 Каркас ФШ выполнен из алюминиевых профилей специальной конфигурации. В ФШ напольного исполнения устанавливается до шести блочных каркасов, а в подвесной ФШ – до трёх. Габариты ФШ напольного исполнения (1800)2000x610x600 мм, а настенного – 878x600x515 мм.



Локальный контроллер



Шкаф навесной



Блоки УСО



Функциональный кейт с УСО



Шкаф напольного исполнения

Рисунок 3.4 – Конструкции средств НУ ПТК

3.4.4 Организация нижнего уровня ПТК АСУТП осуществляется с учётом разбиения на функционально-технологические группы. Аппаратура обычно размещается в шестикрейтных функциональных шкафах, где один крейт занимают два ЛК, один крейт – источник питания, а остальные четыре крейта – блоки УСО.

3.4.5 Потребление одного шестикрейтного ФШ не превышает 80 Вт, а трёхкрейтного – 50 Вт, поэтому они не требуют установки вентиляторов.

3.5 Организация резервирования

3.5.1 С целью повышения надёжности функционирования ПТК вводится аппаратная избыточность – резервирование (дублирование) основных структурных элементов системы.

В аппаратуре верхнего уровня ПЭВМ основных рабочих мест оперативного персонала, а также ПЭВМ, влияющие на работоспособность комплекса (ЗПО, АРМ Архива и т.п.), дублируются.

3.5.2 Обмен данными в АСУТП на средствах ПТК «КРУИЗ» осуществляется с помощью резервированной стандартной магистрали Ethernet. Данные для обмена в соответствующую магистраль поступают от одного (ведущего) из двух взаимно дублированных источников и передаются обоим комплектам приёмников. Для повышения живучести системы применяется соединение двух магистралей в одну в одной точке, что позволяет организовать обмен между любыми источниками и приёмниками информации в ПТК.

3.5.3 Аппаратура нижнего уровня размещена в ФШ, разбитых на этажи (крейты). В крейтах располагаются либо два ЛК, либо блоки УСО. ЛК1 и ЛК2 дублируют друг друга и соединены со всеми крейтами и, соответственно, блоками. Во всех блоках имеются независимые узлы связи с каждым ЛК. В УСО выдачи информации проверяется правильность занесения информации в приёмные регистры из ЛК. В УСО приёма информации от датчиков имеются каналы передачи контрольной информации, что позволяет периодически проверять правильность функционирования УСО. Приёмные каналы могут быть продублированы, если продублированы датчики.

3.5.4 В аппаратуре нижнего уровня отсутствуют механические узлы – вентиляторы, что устраняет один из существенных источников ненадёжности системы.

3.5.5 Система электропитания организована таким образом, что отказ одного из источников не приводит к нарушению функционирования ПТК. Пропадание напряжения питания 400/230 В 50 Гц на ФШ, отказ трёхфазного трансформатора или выпрямителя парируется наличием параллельного постоянного напряжения питания от внешнего источника напряжения 220 В постоянного тока. Дублированные выходы трёхфазного выпрямителя поступают на два ИВЭП, с выходов которых выдается постоянное напряжение 24 В. Перед каждым потребителем внутри ФШ напряжения от двух ИВЭП сводится, обеспечивая дублированное питание узлов ФШ. Электропитание ПЭВМ верхнего уровня организовано через источники бесперебойного питания.

3.5.6 Программные решения для обеспечения отказоустойчивости системы в целом включают в себя:

- постоянное фоновое тестирование аппаратуры ПТК, автоматическое выявление неисправных узлов и выдачу сообщений о них оператору;
- специальные контрольные точки в программах, в которых обнуляется аппаратный таймер-сторож, защищающий программы от зависания и закливания;
- автоматическая реконфигурация аппаратуры и функций системы в случае обнаружения отказов.

3.5.7 Конструктивные решения обеспечивают модульность, легкую съёмность и взаимозаменяемость узлов аппаратуры. Это позволяет производить замену отказавших узлов (блоков) в течение 3-5 минут, не нарушая других связей в системе и без отключения питания.

3.6 Приём сигналов от технологического оборудования

3.6.1 Подключение аппаратуры ПТК к датчикам и исполнительным устройствам осуществляется через промежуточные кроссовые шкафы (КШ). Кроссовый шкаф может иметь габариты:

– 1800x1010(1210)x600 мм. Это шкаф двустороннего обслуживания, он имеет с передней и задней сторон двустворчатые двери. Внутри шкафа размещены шесть вертикальных рельсов (DIN-реек), по три с каждой стороны, на которых устанавливаются клеммы для подключения кабелей от технологического оборудования и от функциональных шкафов ПТК. Обычно одна сторона кроссшкафа выделяется для подключения кабелей от одного функционального шкафа, вторая – от другого;

– 1800x610x600 мм. Это шкаф двустороннего обслуживания, он имеет с передней и задней сторон одностворчатые двери. Внутри шкафа размещены четыре вертикальных рельса, по два с каждой стороны.

В КШ применяются клеммы фирмы WAGO, имеющие зажимной контакт для подключения проводов. Зажим позволяет ускорить процесс подключения кабелей в кроссовом шкафу, а также не требует периодического подкручивания в отличие от соединения под винт. Используемые клеммы позволяют подключать проводники сечением до 2,5 мм². Для связи блоков УСО, установленных в ФШ ПТК, с клеммами кроссового шкафа применяются кабели марки КУМПВЭнг (или аналогичные) с многожильными медными проводами сечением 0,35 мм². Перед подключением к клеммам КШ на каждый провод надевается оконцеватель, который обжимается специальным инструментом.

Кабели от технологического оборудования подключаются к клеммам рельса с одной стороны, а кабели к ПТК – с другой. Кроме того, клеммы на рельсе разделяются на группы в соответствии с подключаемыми исполнительными устройствами или группами датчиков, что существенно облегчает процесс наладки и эксплуатации АСУТП.

Примеры компоновки кроссовых шкафов показаны на рисунке 3.5.



Рисунок 3.5 – Кроссовые шкафы

4 БАЗОВОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПТК «КРУИЗ»

4.1 Принципы организации базового программного обеспечения

4.1.1 Основным принципом организации ПО ПТК «КРУИЗ» является применение наиболее известных и используемых базовых пакетов программного обеспечения, что позволяет обеспечить устойчивость работы комплекса программных средств, простоту их эксплуатации, быструю адаптацию персонала.

4.2 Структура программного обеспечения

4.2.1 Программное обеспечение ПТК «КРУИЗ» делится на:

- базовое ПО, не зависящее от конкретного проекта и содержащее стандартные программы и унифицированные модули;
- прикладное ПО, разрабатываемое для ПТК конкретного проекта.

Базовое ПО, в свою очередь, подразделяется на:

- стандартное покупное ПО, разработанное другими фирмами и применяемое широким кругом пользователей;
- фирменное ПО, разработанное специалистами ЗАО «ПИК ЗЕБРА» или субподрядчиками и применяемое в своих проектах.

4.2.2 При разработке ПО ПТК АСУТП предпочтение отдается стандартному ПО, которое, благодаря широкому кругу пользователей, содержит минимальное количество ошибок.

4.2.3 В ПТК АСУТП используются следующие стандартные программные пакеты:

- операционная система (ОС) нижнего уровня – FDOS;
- ОС верхнего уровня – Microsoft Windows XP Professional или Windows 7;
- SCADA-система технологического проектирования для приложений верхнего и нижнего уровня – TRACE MODE 5 для Windows фирмы AdAstra Research Group Ltd и выше;
- система управления базами данных для БД АСУТП – Microsoft Access 2007 и выше;
- программные пакеты для программирования вспомогательных задач – семейство компиляторов языка C++.

4.2.4 Фирменное программное обеспечение ПТК «КРУИЗ» разработано как с использованием пакета TRACE MODE, так и с использованием языков высокого уровня. Оно включает в себя:

- библиотеку программных модулей, реализующих алгоритмические функции управления задвижками, клапанами, двигателями и т.п.;

- специальные формы отображения различных устройств на экране;
- ПО диагностики ПТК;
- специальные решения по синхронизации ЛК, обмена по сети и т.п.

Прикладное программное обеспечение нацелено на выполнение технологических задач ПТК АСУТП конкретного проекта и разрабатывается с использованием указанных выше программных средств и в соответствии с требованиями Технического Задания по информационному, лингвистическому и другим видам обеспечения.

4.3 Распределение различных модулей ПО в ПТК «КРУИЗ»

4.3.1 В функциональном шкафу ПТК в качестве ОС используется FDOS, хранящаяся в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ). Данная ОС предназначена для использования в промышленных контроллерах и имеет соответствующие расширения. Драйверы обмена по ЛВС настроены на работу по протоколу Netbeui. Прикладной задачей управляет Микро Монитор Реального Времени (микроМРВ) из состава пакета TRACE MODE. Сама прикладная задача разрабатывается с помощью системы автоматизированного проектирования (САПР) TRACE MODE и включает в себя библиотеку программно реализованных алгоблоков управления исполнительными устройствами и выполнения технологических функций, взаимосвязанных между собой определенным образом, а также включает общесистемные функции первичной обработки входных сигналов, передачи параметров на верхний уровень и т.д.

4.3.2 На ЭВМ верхнего уровня в качестве ОС используется Microsoft Windows XP Professional. Она настраивается на использование сетевых протоколов Netbeui (для обмена информацией с ФШ) и TCP/IP (для обмена информацией с другими ЭВМ).

Каждый АРМ при включении в работу автоматически определяет свой режим функционирования. Тем не менее, дежурный (обслуживающий) персонал имеет возможность перезапуска АРМ практически в любом другом режиме. Процедура перезапуска АРМ занимает не более 5 минут.

На большинстве АРМ для выполнения прикладных задач запускаются различные исполнительные модули системы TRACE MODE. Под управлением Монитора Реального Времени (МРВ) происходит обработка поступающих из сети данных и отображение на мониторе АРМ оператора.

На ЭВМ Архива запускается специальный модуль системы TRACE MODE – Глобальный регистратор дублированный, сохраняющий на жестком диске изменения технологических параметров, задач, исполнительных устройств, а также системную информацию.

ОС ЭВМ Загрузчика программного обеспечения (ЗПО) настраивается на выполнение функций файл-сервера, с которого ЛК при начальной загрузке считывают прикладную программу и начальные настройки. Кроме того, ЛК может быть настроен на загрузку программы из FLASH-диска.

Распределение различных модулей ПО в ПТК АСУТП показано на рисунке 4.1.

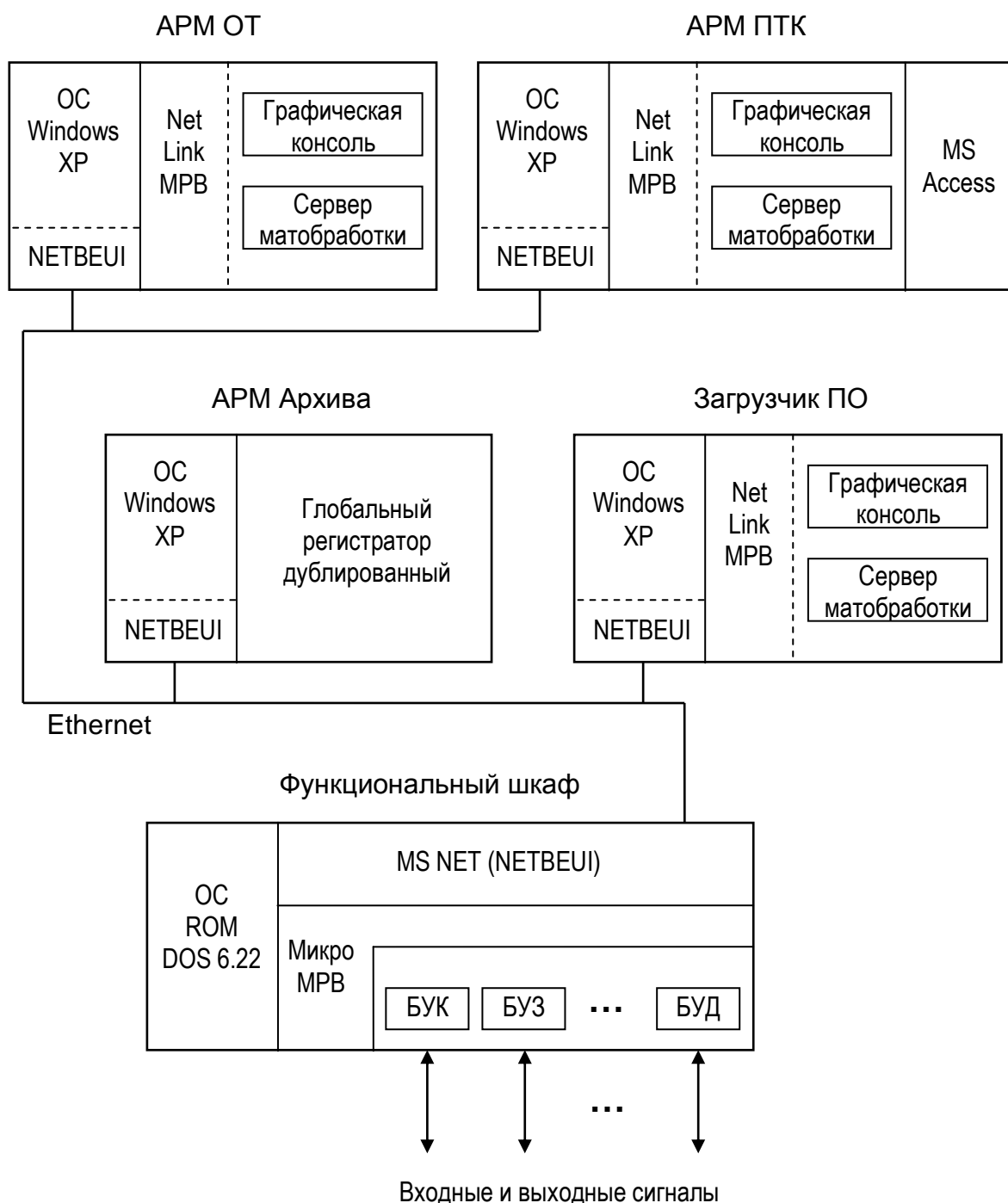


Рисунок 4.1 – Распределение модулей ПО в ПТК

4.4 Функции частей базового программного обеспечения

4.4.1 Основные модули ПО ПТК АСУТП создаются с помощью программного комплекта (пакета) TRACE MODE, предназначенного для разработки, настройки и запуска в реальном времени систем управления технологическими процессами. Все программы, входящие в TRACE MODE, делятся на две группы:

- инструментальная система разработки АСУ (САПР);
- исполнительные модули (runtime).

4.4.2 С помощью инструментальной системы создаётся математическая структура проекта и фрагменты его графического отображения на экране АРМ. Проект разбивается на наборы файлов для каждого узла в системе. Эти файлы служат входной информацией для выполняющихся на каждом узле исполнительных модулей.

4.4.3 Исполнительные модули (runtime) – это программы, под управлением которых выполняется прикладная задача управления АСУТП, созданная в инструментальной системе. В TRACE MODE имеются следующие исполнительные модули:

- монитор реального времени – МРВ;
- монитор реального времени NetLink МРВ;
- микро монитор реального времени – микро МРВ;
- глобальный регистратор дублированный.

4.4.4 Монитор реального времени МРВ предназначен для запуска на АРМ оператора. С помощью МРВ осуществляется супервизорный контроль и дистанционное управление технологическими процессами. Под управлением МРВ выполняются такие задачи, как:

- получение данных о состоянии технологических параметров, задач, исполнительных механизмов от ЛК нижнего уровня;
- передача на нижний уровень команд дистанционного управления оператора;
- передача данных в архив для сохранения;
- обмен по сети с удаленными МРВ;
- представление оператору графической информации о состоянии технологического процесса.

Монитор реального времени NetLink МРВ является упрощенным вариантом МРВ, не поддерживающим возможность передачи данных по протоколу OPC и некоторые другие функции.

МРВ включает в себя два исполнительных модуля:

- сервер матобработки;
- графическая консоль.

Сервер матообработки осуществляет пересчёт базы каналов, выполняет обработку данных и управления, обеспечивает связь с ЛК и удалёнными мониторами по сети, обмен данными с другими вычислительными узлами.

Реализация функций человеко-машинного интерфейса осуществляется в графической консоли. Получая данные от сервера матообработки, этот модуль представляет их оператору в графическом виде и передает обратно команды управления, выданные оператором.

Графическая консоль требует запуска сервера матообработки. Сервер матообработки может быть запущен отдельно.

4.4.5 Микро МРВ предназначен для выполнения задач сбора данных и их первичной обработки, дистанционного и автоматического управления в ЛК нижнего уровня. По возможностям математической обработки, управления, обмена данными с другими мониторами TRACE MODE Микро МРВ идентичен Монитору реального времени. Однако для него не реализованы функции графического вывода информации.

Задачи для Микро МРВ разрабатываются в Редакторе базы каналов, поэтому в рамках TRACE MODE реализуется единая линия программирования задач верхнего и нижнего уровней.

4.4.6 Глобальный регистратор осуществляет архивирование данных, посылаемых по сети мониторами реального времени верхнего и нижнего уровней. В архиве фиксируются только изменения значений технологических параметров с меткой времени, получаемой от источника. Доступ к архивным данным можно получить через программу «Просмотр Архива», выполняющуюся на АРМ РП, либо через интерфейсы DDE/NetDDE или ODBC.

Для организации дублирования данного архива в сети запускаются два таких монитора. Оба монитора одновременно принимают данные, посылаемые для архивирования, и сохраняют их в своих архивах. Если один из них будет на время выключен, то при запуске он проверит наличие в сети другого Глобального регистратора и восстановит данные.

Таким образом, данный монитор позволяет решать следующие задачи:

- приём по сети данных, посылаемых для архивирования от МРВ;
- сохранение таких данных в общем архиве проекта;
- поддержка восстановления архивных данных с резервного Глобального регистратора;
- обмен данными через интерфейсы DDE/NetDDE или ODBC;
- обмен с базами данных через интерфейс ODBC.

4.4.7 Доступ к архивным данным осуществляется через программу «Просмотр Архива». Она может выполняться на АРМ расчётов и протоколирования (АРМ РП), АРМ дежурного инженера по обслуживанию ПТК (АРМ ДИ ПТК) или на любом другом АРМ по

желанию Заказчика. Данная программа позволяет извлечь из Архива любые данные либо за интервал времени, либо в виде среза на конкретный момент времени. Набор данных и тип протокола оператор выбирает самостоятельно. Для удобства пользования существует возможность сохранения готовых наборов. Кроме того, на АРМ РП осуществляется просмотр следующих «жёстко заданных», сформированных вручную или автоматически протоколов:

- сменная ведомость оператора;
- протоколы расчёта технико-экономических показателей;
- протоколы анализа пуска/останова;
- протоколы задачи «Регистрация Аварийных Событий»;
- другие протоколы.

4.4.8 Система управления базами данных (СУБД) Microsoft Access используется для ведения базы данных (БД) АСУТП. В отдельных таблицах данной базы перечисляются все входные и выходные сигналы ПТК, органы управления исполнительных устройств (ИУ), к которым эти сигналы относятся, совокупность внутренних переменных и констант, используемых в алгоритмах управления и т.д. Каждый хранимый параметр представлен определенным набором атрибутов, в которых указываются все характеристики параметра, необходимые на этапах разработки и эксплуатации ПТК. Реляционный характер БД позволяет создавать необходимые выборки групп параметров по заданным критериям. БД создается на начальном этапе разработки проекта и широко используется на всех стадиях проектирования ПТК. Ключевую роль играет БД при создании программного обеспечения, поскольку находящаяся в ней информация используется для генерации программного обеспечения АРМ и контроллеров ФШ. Генерация позволяет значительно минимизировать количество ошибок и, как следствие, сократить общее время создания системы. БД хранится на АРМ ПТК и служит источником справочной информации для эксплуатационного персонала.

4.4.9 Элементы базового ПО (исполнительные модули TRACE MODE и фирменные наработки) позволяют реализовать следующие технологические функции АСУТП:

- сбор и первичная обработка информации – Микро МРВ;
- отображение информации на АРМ – МРВ (полный) с использованием встроенной в TRACE MODE библиотеки форм отображения и библиотеки разработанных форм отображения исполнительных устройств и виртуальных блоков управления ими;
- технологическая предупредительная и аварийная сигнализация – МРВ (сервер матобработки и графическая консоль) с использованием программного модуля «сигнализационный дисплей»;

- дистанционное управление объектами АСУТП – микро МРВ с применением библиотечных алгоритмических/программных модулей управления клапаном, задвижкой, двигателем, соленоидом и т.п., а также МРВ и библиотеки типовых виртуальных блоков управления;
- технологические защиты и блокировки – микро МРВ с применением встроенной в TRACE MODE библиотеки элементарных булевых функций, а также МРВ для отображение их состояний на АРМ оператора-технолога (ОТ);
- автоматическое регулирование технологических параметров – микро МРВ с применением типовых модулей клапана и регулятора;
- регистрация и документирование информации – глобальный регистратор и «Просмотр Архива». Исполнительный модуль дублированного глобального регистратора запускается на ЭВМ Архива и сохраняет все изменения в системе, «Просмотр Архива» запускается на отдельной ЭВМ, которая, используя данные из Архива, выводит протоколы на принтер или в файл;
- регистрация аварийных событий – глобальный регистратор и программа РАС. Накопление и представление информации производится аналогично предыдущей функции, изменяется механизм отбора информации из архива;
- автоматическое ведение документации – программа «Просмотр Архива» для создания форм протоколов и вывода их на принтер или в файл в заданное время или по команде обслуживающего персонала.

В основе реализации всех перечисленных функций лежит использование постоянного набора исполнительных модулей и встроенной библиотеки алгоритмических примитивов. В большинстве случаев этого набора достаточно и для реализации дополнительных технологических функций. Вновь разработанные программные модули помещаются в библиотеку пользователя и могут быть использованы многократно.

Однако, в отдельных случаях, встроенных средств TRACE MODE может оказаться недостаточно. В этом случае имеется возможность разработать новые функции с применением языков программирования высокого уровня и организовать взаимодействие с TRACE MODE через стандартные интерфейсы: ActiveX, DDE, NetDDE, DCOM, OPC, ODBC.

4.5 Методы и средства разработки программного обеспечения

4.5.1 Основным средством разработки ПО является инструментальная система разработки TRACE MODE. Она включает в себя два редактора:

- редактор базы каналов;
- редактор представления данных.

4.5.2 В редакторе базы каналов создается математическая основа системы управления: описываются конфигурации всех АРМ, контроллеров и УСО, используемых в системе управления, настраиваются информационные потоки между ними. Здесь же описываются входные и выходные сигналы и их связь с блоками УСО. В этом редакторе задаются периоды опроса или формирования сигналов, настраиваются законы первичной обработки и управления, технологические границы, структура математической обработки данных. Здесь устанавливается, какие данные и при каких условиях сохранять в различных архивах TRACE MODE, настраивается сетевой обмен.

Результатом работы в этом редакторе является математическая и информационная структура проекта АСУТП. Эти структуры включают в себя набор баз каналов и файлов конфигурации для всех контроллеров и АРМ проекта.

4.5.3 В Редакторе представления данных разрабатывается графическая часть проекта системы управления. При этом создается статический рисунок технологического объекта, а затем поверх него размещаются динамические формы отображения и управления (поля вывода численных значений, графики, гистограммы, кнопки, области ввода значений и т.д.). Кроме стандартно поддерживаемых форм отображения (ФО), TRACE MODE позволяет вставлять в проекты ФО, разработанные пользователем. Все формы отображения информации, управления и анимационные эффекты связываются с информационной структурой, разработанной в Редакторе базы каналов.

4.5.4 Разработка проекта включает в себя несколько этапов:

- создание структуры проекта;
- генерация математической базы проекта по технологической БД;
- доработка и настройка математической базы проекта;
- разработка графического интерфейса.

4.5.5 Проект системы управления в TRACE MODE – это совокупность всех математических и графических элементов системы, функционирующих на разных АРМ и контроллерах одной АСУТП, объединенных информационными связями и единой системой архивирования.

Создание и редактирование структуры проекта осуществляется в редакторе базы каналов. В рамках проекта каждый АРМ или ЛК, на котором запускается один или несколько программных модулей TRACE MODE, называется узлом системы. Узлы бывают нескольких типов. Тип узла определяет, какой тип монитора будет запущен на данном узле, а также способ построения его базы каналов.

Для ЛК используется тип узла «КРУИЗ» из класса «КОНТРОЛЛЕРЫ», для АРМ – «МРВ» или «Глобальный регистратор». В процедуре автопостроения узлов автоматически настраиваются взаимосвязи узлов между собой, создаются каналы сетевого обмена.

Каналы внутри каждого узла группируются в объекты базы каналов по схожести определенных наборов свойств и атрибутов. Канал может входить как в один, так и в несколько объектов. Объекты позволяют проводить групповые операции с каналами и упрощают поиск канала определенного типа. TRACE MODE автоматически создает определенные объекты базы каналов (например, все каналы аналогового ввода, дискретного вывода, управления, таймеры/счётчики и т.д.), но проектировщик может создавать объекты и самостоятельно.

4.5.6 Через объекты осуществляется доступ к каналам, их свойствам и атрибутам. Канал – это элементарное звено информационной структуры проекта, представляющее собой совокупность переменных, методов формирования и преобразования значений этих переменных, а также ряд констант. Данные с внешних устройств записываются в каналы. Данные из каналов посылаются на внешние устройства и выводятся в различных формах на экран монитора. В каналы оператор заносит управляющие данные. Значения из каналов записываются в архивы, оперативные отчёты и во все генерируемые документы. Меняя значение в системных каналах, можно управлять выводимой на экран информацией, звуковыми эффектами, архивами и т.д., то есть всей системой.

Среди прочих атрибутов канала одними из самых важных являются период и фаза работы канала. Они тесно связаны с такой характеристикой узла, как период пересчёта его базы каналов. Вся совокупность каналов одного узла (база каналов) выстраивается в одну очередь, которая просматривается и пересчитывается исполнительным модулем МРВ за один цикл пересчёта базы каналов. Период и фаза канала определяют, через какое количество пересчётов базы каналов следует обработать данный канал. С помощью этих двух параметров можно в широких пределах настраивать период обработки сигналов.

4.5.7 Для реализации сложных алгоритмов обработки и управления, не встроенных в TRACE MODE, имеются два языка программирования алгоритмов:

- язык функциональных блоков (Техно FBD);
- язык инструкций (Техно IL).

Оба эти языка полностью реализуют стандарт МЭК-1131 и имеют дополнительные возможности.

Язык функциональных блоков TRACE MODE является языком визуального программирования алгоритмов. Программа на этом языке разрабатывается путем размещения функциональных блоков с заданными функциями в поле редактирования. После размещения блоков осуществляется настройка их входов и выходов. Входы и выходы одного функционального блока могут связываться с другими блоками, образуя диаграмму, реализующую требуемую функцию.

В TRACE MODE встроено большое количество стандартных блоков, реализующих как элементарные функции (логические операции, триггеры, сумматоры, упаковщики и распаковщики битов, селекторы и т.д.), так и более сложные (готовые модели задвижек, двигателей, регуляторов). Однако, при необходимости можно создавать новые FBD блоки с помощью языка Техно II.

В инструментальной системе имеется эмулятор работы функций, который позволяет в пошаговом режиме отладить разрабатываемую программу.

Готовую FBD программу привязывают к каналам базы каналов узла. Вызов программы осуществляется из процедур трансляции и управления канала.

Язык инструкций Техно II предназначен для решения следующих двух задач:

- программирование собственных функциональных блоков для языка Техно FBD;
- разработка метапрограмм, запускаемых параллельно с пересчётом базы каналов.

Программы на языке Техно II разрабатываются в текстовом виде как последовательность инструкций, содержащих команды, операнды и операторы. Они сохраняются в виде отдельных текстовых файлов и могут редактироваться в любом текстовом редакторе. Синтаксис языка похож на синтаксис ассемблера Intel. Помимо элементарных логических и арифметических операций язык Техно II содержит тригонометрические функции, команды работы со временем, переходы, циклы и т.д.

4.5.8 Графический интерфейс рабочих мест верхнего уровня создается в Редакторе представления данных. Для привязки конкретных форм отображения к каналам предварительно должна быть создана база каналов проекта.

Редактор имеет три основных режима работы:

- режим «Экраны», предназначенный для работы с графическими базами узлов проекта. Каждый узел может иметь несколько групп экранов и несколько экранов в группе;
- режим «Объекты», предназначенный для работы с библиотеками графических объектов;
- режим «Модули», предназначенный для работы с II программами, подключаемыми к графическим формам управления.

Одним из основных понятий в графическом интерфейсе является экран. Экран – это графическое пространство фиксированного размера, на котором размещается статический рисунок и формы отображения. Одновременно на монитор может выводиться только один экран. Другие экраны можно просматривать на текущем экране с помощью окон – специальных форм отображения.

Каждый экран имеет свое имя и набор атрибутов, задающих его стиль. В стиль включаются такие понятия как: набор рекомендуемых цветов, набор шрифтов, текстура и

общее оформление. С помощью одинакового стиля можно выделить функциональную принадлежность группы экранов, что облегчает восприятие информации оператором.

На экран наносятся элементы рисования и формы отображения. Элементами рисования называются элементарные графические фрагменты, из которых составляется статическая часть графического оформления экрана. Она не зависит от значений контролируемых параметров и ее вид не изменяется в процессе работы оператора. Статический рисунок составляется путем выбора, настройки, масштабирования и размещения в поле экрана элемента рисования. Все статические элементы разбиты на группы и помещены на отдельную инструментальную панель. Существуют следующие группы элементов рисования:

- линия;
- статический текст;
- прямоугольник/кнопка/рамка;
- ломаная;
- кривая;
- эллипс/дуга;
- внешний текст;
- растровый фрагмент;
- объемная графика.

Формы отображения – это графические динамические элементы, позволяющие отобразить значения контролируемых параметров и реализовать супервизорное управление ими. На экран ФО помещаются таким же способом, что и статические элементы рисования. Отличие заключается в привязке форм отображения к конкретным каналам базы каналов. Привязка производится из окна свойств ФО и может быть изменена в последующем. В окне свойств уточняется, какой вид должна иметь ФО, как она должна изменяться в зависимости от значения выбранного атрибута канала. Выделяют следующие типы форм отображения:

- динамический текст;
- гистограммы;
- кнопки;
- тренды;
- цветовые индикаторы;
- графические индикаторы;
- бегущие дорожки;
- видеоклипы;
- свободные формы.

При создании графического интерфейса для удобства тиражирования созданных элементов, а также для решения ряда других задач, используются графические объекты. Они представляют собой совокупности форм отображения и элементов рисования, которые оформлены как единые графические элементы. Графические объекты могут привязываться к любому количеству каналов в диапазоне от 1 до 256. При создании они привязываются к внутренним каналам объекта, а при применении – к конкретным каналам проекта.

4.5.9 Готовый проект разбивается на отдельные узлы. Для каждого из них создается ряд файлов, содержащих базу каналов, графические фрагменты, дополнительные файлы формул и программ, написанных с помощью Техно-языков. Все эти файлы указываются в файле конфигурации узла, имя которого задается в качестве параметра при запуске соответствующего конкретному узлу исполнительного модуля.

4.5.10 Пакеты языков программирования высокого уровня используются для создания специальных форм отображения, отсутствующих в пакете TRACE MODE. С этой целью в графическую консоль МРВ встроен сервер ActiveX. Создаваемая самостоятельно форма отображения является компонентом ActiveX. При разработке фрагмента экрана компонент ActiveX привязывается к определённым каналам. При изменении значения канала в указанные свойства компонента ActiveX передаются измененные значения. Это вызывает запуск обработчика события, изменяющего созданную форму отображения.

Компоненты ActiveX используются при разработке фрагментов сигнализации, фрагментов гистограмм, таблиц и других.

4.6 Операционные системы нижнего и верхнего уровней

4.6.1 ОС нижнего уровня

4.6.1.1 В качестве операционной системы нижнего уровня используется FDOS. Эта ОС поставляется вместе с применяемыми контроллерами фирмы Fastwel. Хранится во Flash-ПЗУ. Является полностью совместимой с Microsoft DOS 6.22 и вместе с BIOS имеет специальные промышленные расширения для использования на данных контроллерах.

4.6.1.2 Одним из таких расширений является возможность работы с таймер-сторожем, встроенным в плату контроллера. После включения таймер начинает отсчёт импульсов от внутреннего генератора, соответствующих времени заданной длительности (1,2 с). После достижения конца счёта таймер автоматически перезагружает микропроцессорную систему. Чтобы этого не произошло, таймер-сторож надо с периодом меньшим 1,2 с сбрасывать.

4.6.1.3 В ОС также встроена возможность работать с твёрдотельными дисками. Это перепрограммируемые ПЗУ, информация в которых организована подобно файловой структуре на жёстком диске. При внедрении ПТК в промышленную эксплуатацию

отлаженные исполняемые модули программ нижнего уровня будут записаны на такие диски ЛК, что ускорит загрузку программ и повысит надёжность системы.

4.6.1.4 Отсутствие многозадачности в данной ОС не имеет критического значения, так как запускаемый микромонитор реального времени вытесняет ненужные для него части операционной системы и организует многозадачность своих внутренних потоков, аналогичную многозадачности, используемой в Windows.

4.6.2 ОС верхнего уровня

4.6.2.1 В качестве операционной системы верхнего уровня используется Microsoft Windows XP Professional или Windows 7. Данная операционная система обладает способностью одновременно решать несколько задач, т.е. работать в многозадачном режиме. Используется приоритетная, или вытесняющая, многозадачность, благодаря которой приложения с более высоким приоритетом могут вытеснять приложения, имеющие более низкий приоритет. Процессорное время в этом случае используется эффективнее. Кроме того, благодаря приоритетной многозадачности, зависание или некорректная работа какого-либо 16- или 32-разрядного приложения не приводит к зависанию всей системы Windows.

Для более детального знакомства с ОС Windows XP и Windows 7 следует использовать руководства, поставляемые вместе с лицензионными версиями этих ОС.

4.6.2.2 В процессе инсталляции следует особое внимание обратить на установку вместе с ОС драйвера сетевой карты и сетевого протокола NetBeui и TCP/IP. К остальным компонентам системы жёстких требований нет.

4.7 Средства, расширяющие возможности ОС

4.7.1 Установленная на ЛК нижнего уровня операционная система FDOS не имеет встроенного обмена по сетевому протоколу Ethernet. Поэтому ее возможности расширяются с помощью использования клиента сетевой операционной системы MS Network (MS-NET).

Данная сетевая ОС предоставляет прикладным программам возможность взаимодействовать друг с другом в сети через интерфейс NetBIOS, закрывающий транспортный уровень обмена в семиуровневой модели сетевого обмена ISO. Через этот интерфейс Микро MPB обмениваются с другими узлами в сети.

Управление сетевым адаптером производится с помощью драйвера, разработанного в стандарте NDIS 2.0 и поставляемого вместе с адаптером.

Для возможности обмена с ЭВМ под управлением Windows на ЛК дополнительно запускается драйвер NetBEUI.

Запуск сетевых драйверов в ЛК производится в процессе загрузки FDOS в соответствии с управляющими записями в файлах CONFIG.SYS и AUTOEXEC.BAT.

Взаимодействие прикладной программы (Микро МРВ) с блоками УСО производится встроенными средствами самого Микро МРВ (драйверы блоков УСО комплекса «КРУИЗ» встроены в TRACE MODE) либо внешним фирменным драйвером, применяемым для расширения возможностей Микро МРВ.

4.7.2 ОС Windows способна самостоятельно распознать стандартное оборудование, установленное на ЭВМ. В случае использования незнакомого ей оборудования, следует установить драйверы этих устройств, прилагаемые к ним. К таковым устройствам относятся сетевые платы. Даже если ОС распознала устройство и установила свой драйвер, необходимо заменить его на поставляемый с устройством, так как установленный драйвер может быть устаревшим или «неродным» и не использовать все возможности оборудования.

Регистрация устройств и соответствующих драйверов для них происходит в системном реестре Windows. В дальнейшем эти записи в реестре используются при загрузке ОС и запуске всех необходимых драйверов.

При работе МРВ на ЭВМ запускается несколько независимых потоков обработки. Наибольшим приоритетом пользуется поток, пересчитывающий базу каналов, называемый «сервер математической обработки». Поток «графическая консоль» запускается, если на экран должны выводиться формы отображения TRACE MODE. Он имеет более низкий приоритет, чем поток «сервер матообработки». При смене фрагмента поток «графическая консоль» формирует запрос к потоку «сервер матообработки» с перечнем необходимых параметров для отображения. И в дальнейшем до смены фрагмента получает изменения значений параметров данного списка через интерфейс DCOM.

Если при пересчёте базы каналов возникла необходимость получить данные в канал или передать их куда-либо, формируется запрос и запускается соответствующий драйвер Windows как отдельный независимый поток. Так как ОС производит квантование времени работы для каждого потока в системе, все потоки выполняются квазипараллельно, быстрее или медленнее в зависимости от приоритетов.

5 ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПТК «КРУИЗ»

5.1 Принципы организации прикладного программного обеспечения

5.1.1 Прикладное ПО реализует требования к алгоритмическому и информационному обеспечению. Все задачи, решаемые ПО ПТК, делятся на два больших класса - задачи оперативного и неоперативного контура. Задачи оперативного контура решаются ПО контроллеров нижнего уровня совместно с ПО рабочих мест операторов, ПО рабочих мест технологической сигнализации. Неоперативный контур осуществляет архивирование, решает расчётные задачи, обеспечивает генерацию и печать различных ведомостей и протоколов, позволяет анализировать всю накопленную информацию в различных режимах, передавать ее в глобальные базы данных и т.д. При разработке ПО используется принцип распределения задач по отдельным рабочим местам и контроллерам. Единое информационное пространство ПТК обеспечивается использованием сети Ethernet.

5.2 Программное обеспечение контроллеров нижнего уровня

5.2.1 Общие принципы организации ПО контроллеров НУ

ПО нижнего уровня является прикладной системой, созданной при помощи инструментальных средств SCADA-системы TRACE MODE, и включает в себя Микро Монитор Реального Времени (Микро МРВ). Микро МРВ циклически выполняет определенный набор операций, реализующих решение следующих задач:

- опрос всех датчиков с заранее заданной частотой;
- первичная обработка принятых сигналов;
- дистанционное управление исполнительными устройствами;
- технологические защиты и блокировки;
- выдача сигналов на управление устройствами и автоматическое регулирование;
- передача обработанной информации на верхний уровень и приём команд, выданных оператором (обмен по сети);
- поддержание единого времени в системе;
- тестирование аппаратуры нижнего уровня.

Все перечисленные задачи имеют приоритеты, от которых зависит очерёдность их выполнения.

Временные характеристики работы системы в реальном времени (величина цикла, период сети, времена ожидания сигналов от внешних устройств и др.) определяются на стадии проектирования и записываются в файле конфигурации запуска.

5.2.1.1 Сбор и первичная обработка информации

Ввод аналоговых и дискретных сигналов производится через модули УСО. Программная поддержка работы с модулями ПТК «КРУИЗ» встроена в инструментальную систему TRACE MODE и не требует дополнительных усилий по программированию. Последовательность опроса датчиков внутри цикла системы задается при формировании базы каналов.

После получения сигналов со всех модулей УСО Микро МРВ осуществляет следующие виды первичной обработки аналоговых данных:

- проверку сигналов на достоверность и формирование соответствующего признака. Признак недостоверности аналогового датчика выставляется на основе анализа тестовых сигналов, существующих в каждом модуле УСО;
- фильтрацию (сглаживание) принятого сигнала;
- проверку на стационарность (апертуру);
- линейризацию сигнала;
- фильтрацию пиков;
- гистерезис;
- масштабирование;
- пороговые преобразования сигнала по заданным четырем уставкам (две предупредительные и две аварийные);
- проверку на скорость изменения сигнала.

Первичная обработка дискретных сигналов состоит из следующих функций:

- контроль принятого сигнала на достоверность на основе тестовых сигналов, входящих в состав каждого модуля УСО приёма дискретных датчиков и по шкале;
- анализ принятого сигнала на стационарность (изменения состояния из 0 в 1 и наоборот);
- контроль по дублию.

Все перечисленные функции первичной обработки сигналов встроены в ПО Микро МРВ и задаются для каждого датчика индивидуально на этапе разработки базы каналов. В процессе функционирования системы допускается в оперативном режиме с верхнего уровня внесение изменений в параметры, которые определяют коэффициенты различных типов первичной обработки, а также выключение выбранных датчиков из работы системы.

В ПТК «КРУИЗ» имеется возможность настраивать алгоритм вычисления действующего значения резервированных аналоговых параметров. Эта настройка осуществляется на АРМ ДИ ПТК. Пример видефрагмента для такой настройки приведён на рисунке 5.1.

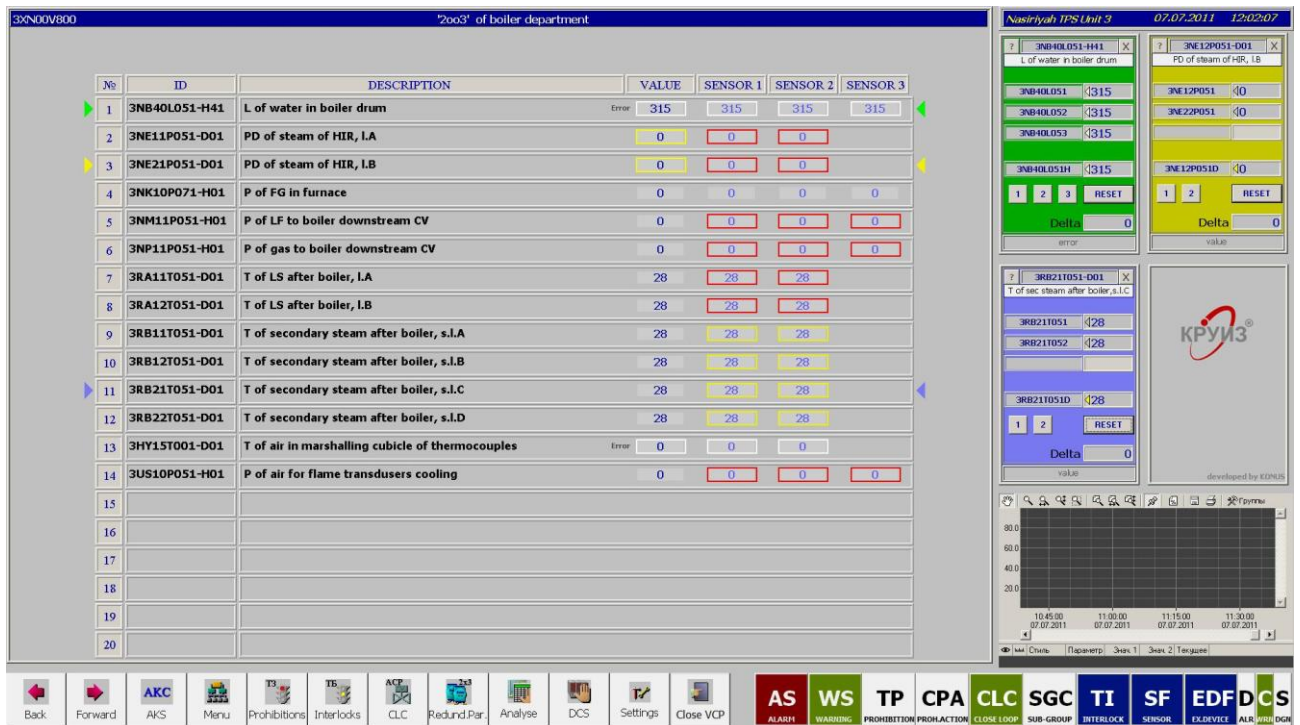


Рисунок 5.1 – Пример видеофрагмента настройки алгоритма вычисления действующего значения резервированных аналоговых параметров

На видеофрагменте представлены блоки настройки алгоритмов вычисления действующего значения резервированных аналоговых параметров. Имеется два типа блоков настройки: для дублированного параметра и для троированного параметра. Принцип отображения информации и функционирования для всех типов блоков настройки идентичен. Пример блока настройки параметров приведён на рисунке 5.2.

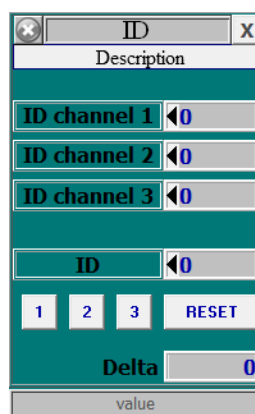


Рисунок 5.2 – Пример блока настройки алгоритма вычисления действующего значения резервированного аналогового параметра

Блок настройки содержит описание аналогового параметра (в верхней части), перечень резервированных датчиков и результирующий параметр с указанием их значения в

текущий момент времени (в центральной части), кнопки управления вычислением аналогового параметра (в нижней части).

Аналоговый параметр вычисляется как среднее арифметическое значений датчиков, не отличающихся от среднего из них более чем на значение дельта (разбаланс). При отклонении максимального или минимального значения от среднего на величину, большую дельта, этот датчик в вычислениях не участвует. Датчик не участвует в вычислениях и при его аппаратном отказе. В этом случае вокруг окна значения датчика появляется белая рамка.

Признак отказа резервированного параметра формируется при отказе или отклонении более, чем на дельта одного датчика для дублированного или двух для троированного параметра. При отказе параметра вокруг окна его значения появляется белая рамка.

Величина дельты задается дежурным инженером нажатием на поле «Delta».

Дежурный инженер может принудительно задать значение аналогового параметра, присвоив ему значение одного из резервируемых датчиков. Для этого необходимо нажать на кнопку с номером требуемого датчика («1», «2» или «3»). При этом алгоритм выбора через среднее арифметическое отключается, а слева от значения действующего значения в таблице отображается номер выбранного датчика.

5.2.1.2 Подсистема логического управления

Программное обеспечение ПТК «КРУИЗ» позволяет решать следующие задачи логического управления:

- автоматический пуск и останов объекта;
- пошаговый пуск и останов;
- пуск и останов под управлением оператора («ручной»).

В TRACE MODE есть все средства для поддержки на нижнем уровне задач логического управления:

- вспомогательные каналы, предназначенные для ручного и автоматического управления;
- законы автоматического управления;
- вектора управления, т.е. выдача воздействий одновременно на несколько каналов (УСО);
- таблицы значений, т.е. выдача воздействий на канал (УСО) по определенному алгоритму;
- программы, разрабатываемые на встроенных языках TRACE MODE (Техно-FBD и Техно-IL, соответствующие международному стандарту IEC 1131-3) или языках высокого уровня.

Одновременно ПО верхнего уровня обладает всеми средствами, чтобы решить полноценную задачу визуализации состояния процесса и управления им оператором.

Различные режимы пуска/останова реализуются с помощью взаимодействия Мониторов Реального Времени, при этом оператор осуществляет выбор команды (пуск/останов) и режима (автоматический, пошаговый или «ручной»), в котором будет работать система. Информация о начале и завершении выполнения каждого шага отображается в таблицах, строки которых соответствуют шагам программ или подпрограмм, а столбцы состоянию выполнения и условиям шагов..

Оператор может прервать автоматический режим и перейти, выдав для этого соответствующую команду, в другой режим.

Пошаговый режим отличается от автоматического тем, что оператор сам выбирает нужный ему шаг и запускает его на выполнение, а нижний уровень каждый раз ожидает от оператора номер шага алгоритма, который будет выполняться. Все команды оператор выдает с помощью организованных для этой цели на видеограмме виртуальных кнопок, при этом используется или клавиатура, или манипулятор «мышь». Все действия оператора фиксируются в протоколе, который ведется в системе.

5.2.1.3 Подсистемы технологических защит и блокировок

Подсистемы технологических защит и блокировок являются частными видами подсистемы логического управления. Они отличаются только частотой циклов сканирования датчиковой информации, наличием в первичной обработке модулей обработки дублированных и троированных датчиков, а также приоритетной выдачей исполнительных команд.

Пример видеофрагмента состояния технологических защит (ТЗ) приведён на рисунке 5.3.

В рабочей зоне видеофрагмента расположена таблица, содержащая следующие поля: идентификатор защиты, описание защиты, индикаторы состояния защиты, кнопки включения/выключения защиты.

Для отображения состояния защиты используются три индикатора справа от наименования защиты:

– индикатор «ЕХ» (для русского интерфейса «РАБ» – Работа) может быть следующих цветов:

- 1) зелёный – нет признака срабатывания защиты;
- 2) красный – защита сработала;

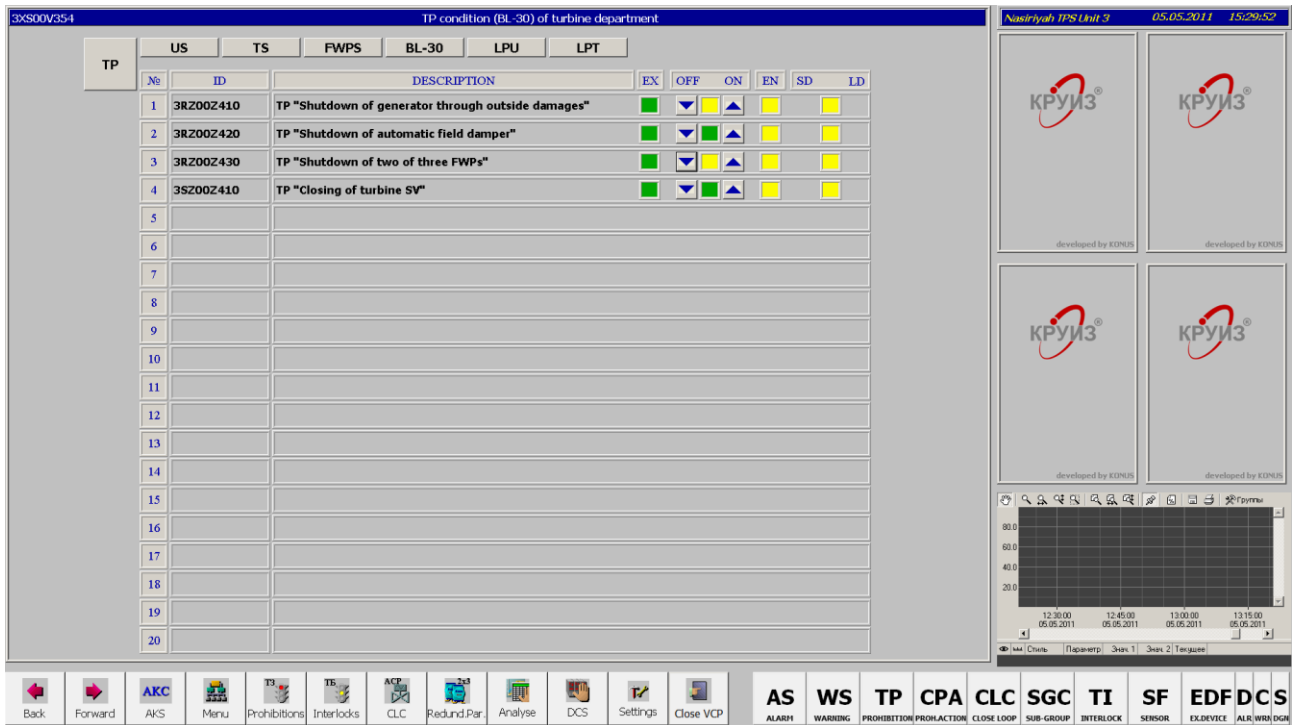


Рисунок 5.3 – Пример видеофрагмента состояния технологических защит

- индикатор «EN» («АВ» – Автоматический ввод) может быть следующих цветов:
 - 1) зелёный – защита введена (есть признак автоматического ввода);
 - 2) жёлтый – защита выведена (нет признака автоматического ввода или есть признак автоматического вывода);
- индикатор «ON/OFF» («ВЫКЛ/ВКЛ» – Выключено/Включено) может быть следующих цветов:

- 1) зелёный – защита включена (накладка защиты включена);
- 2) жёлтый – защита выключена (отключена накладка защиты).

Кнопка «ВЫКЛ» (Выключение) с треугольником вниз производит отключение защиты (индикатор между кнопками становится жёлтого цвета). Кнопка «ВКЛ» (Включение) с треугольником вверх производит включение защиты (индикатор между кнопками становится зелёного цвета);

- индикатор «SD/LD» (Останов блока/Снижение нагрузки) может быть следующих цветов:

- 1) зелёный – защита в режиме «снижение нагрузки»;
- 2) жёлтый – защита в режиме «останов блока».

Кнопки переключения режимов расположены справа и слева от индикатора, но только для тех защит, для которых данные режимы предусмотрены.

Пример видеофрагмента состояния технологических блокировок (ТБ) приведён на рисунке 5.4.

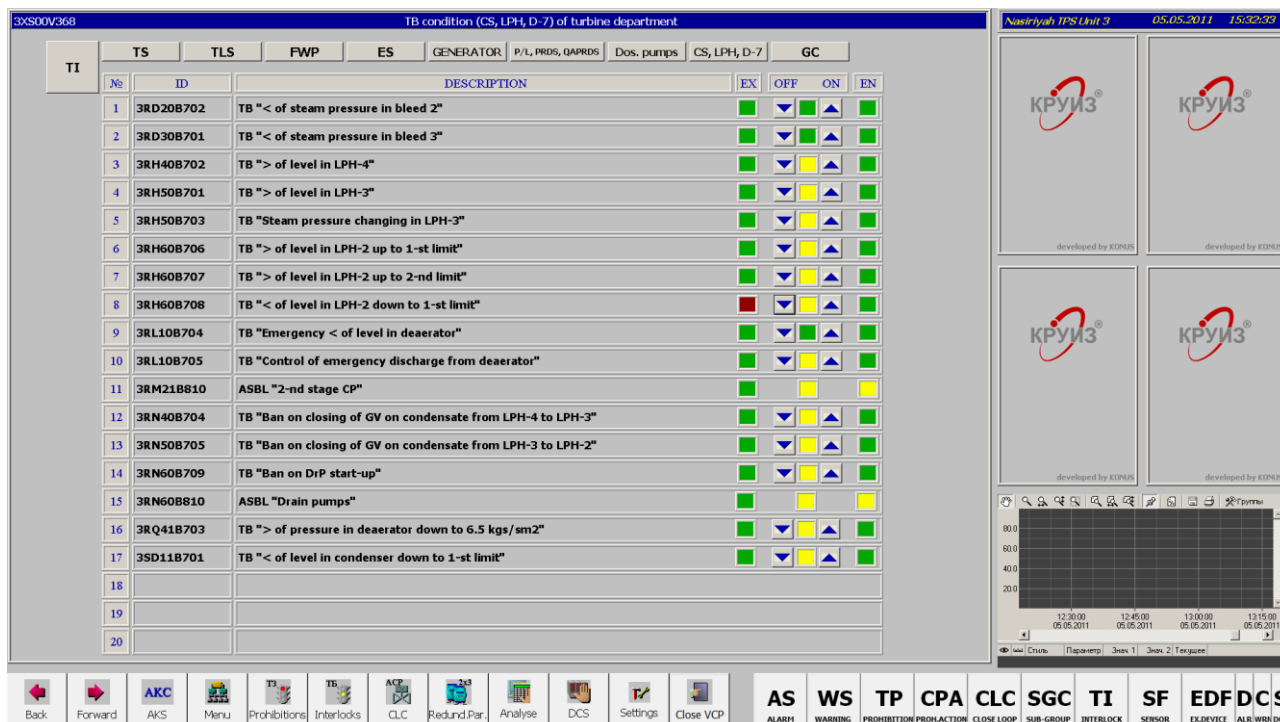


Рисунок 5.4 – Пример видеофрагмента состояния технологических блокировок

В рабочей зоне фрагмента расположена таблица, содержащая следующие поля: идентификатор блокировки, описание блокировки, индикаторы состояния блокировки, кнопки включения/выключения блокировки.

Для отображения состояния блокировок используются три индикатора справа от наименования защиты:

– индикатор «EX» (для русского интерфейса «РАБ» – Работа) может быть следующих цветов:

- 1) зелёный – нет признака срабатывания блокировки;
- 2) красный – блокировка работает «активно» (выдает команды «открыть»/«закрыть»);
- 3) фиолетовый мигающий – блокировка работает «пассивно» (выдает команды «запрет открытия»/«запрет закрытия»);

– индикатор «ON/OFF» («ВЫКЛ/ВКЛ» – Выключено/Включено) может быть следующих цветов:

- 1) зелёный – блокировка включена (накладка блокировки включена);
 - 2) жёлтый – блокировка не включена (накладка блокировки выключена);
- индикатор «EN» («АВ» – Автоматический ввод) может быть следующих цветов:
- 1) зелёный – блокировка введена;

2) жёлтый – блокировка выведена.

Кнопка «ВЫКЛ» (Выключение) с треугольником вниз производит отключение блокировки (индикатор между кнопками становится жёлтого цвета). Кнопка «ВКЛ» (Включение) с треугольником вверх производит включение блокировки (индикатор между кнопками становится зелёного цвета).

5.2.1.4 Подсистема автоматического регулирования

Подсистема автоматического регулирования является встроенной функцией описанного выше ПО с применением TRACE MODE. С помощью средств SCADA-системы TRACE MODE обеспечиваются следующие типы автоматического регулирования:

- организация одноконтурного регулирования;
- организация импульсного регулирования;
- организация каскадного регулирования;
- организация управления дискретными сигналами;
- организация регулятора с произвольной структурой.

Для этого используется набор стандартных процедур обработки сигналов:

- процедура трансляции (линеаризация, фильтрация, масштабирование, апертюра, произвольный закон трансляции с использованием формул и др.);
- процедура преобразования сигналов (суммирование, интегрирование, дифференцирование, дисперсия, разность, усреднение, произвольное преобразование с использованием формул);
- процедура автоматического регулирования (пропорциональный, стабилизатор, PDD, PID, ШИМ, произвольный с использованием формул и др. законы автоматического регулирования).

Пример видеофрагмента состояния регуляторов приведён на рисунке 5.5.

Состояние регулятора отображается с помощью индикатора с правой стороны от наименования. Он может быть двух цветов:

- зелёный – регулятор в дистанционном режиме управления;
- жёлтый – регулятор в автоматическом режиме управления.

Перевод регулятора из одного режима в другой осуществляется из ВБУ соответствующего регулирующего клапана с АРМ оператора-технолога.



Рисунок 5.5 – Пример видеофрагмента состояния регуляторов

Для полного анализа работы регулятора существуют видеофрагменты наладки автоматических регуляторов. Для перехода на видеофрагмент наладки необходимо нажать на идентификатор требуемого регулятора. Пример видеофрагмента наладки регулятора представлен на рисунке 5.6.

На фрагменте наладки отражена блок-схема функционирования регулятора, основные наладочные коэффициенты и переменные, а также виртуальный блок управления клапана, на который идет воздействие при работе регулятора.

Дежурный инженер имеет возможность изменять параметры настройки регулятора. Для этого предусмотрен блок ввода настройки, представленный на рисунке 5.7.

Для вызова блока настройки параметра необходимо нажать на его название, которое при этом изменит свой цвет на красный. Для закрытия окна настройки необходимо второй раз нажать на название параметра.

На блоке настройки отражены идентификатор параметра, окна значения параметра, кнопки изменения значения («+» и «-»), кнопка обнуления значения («0»), кнопка сброса параметра в первоначальное значение («cancel») и кнопка ввода изменённого значения («input»).

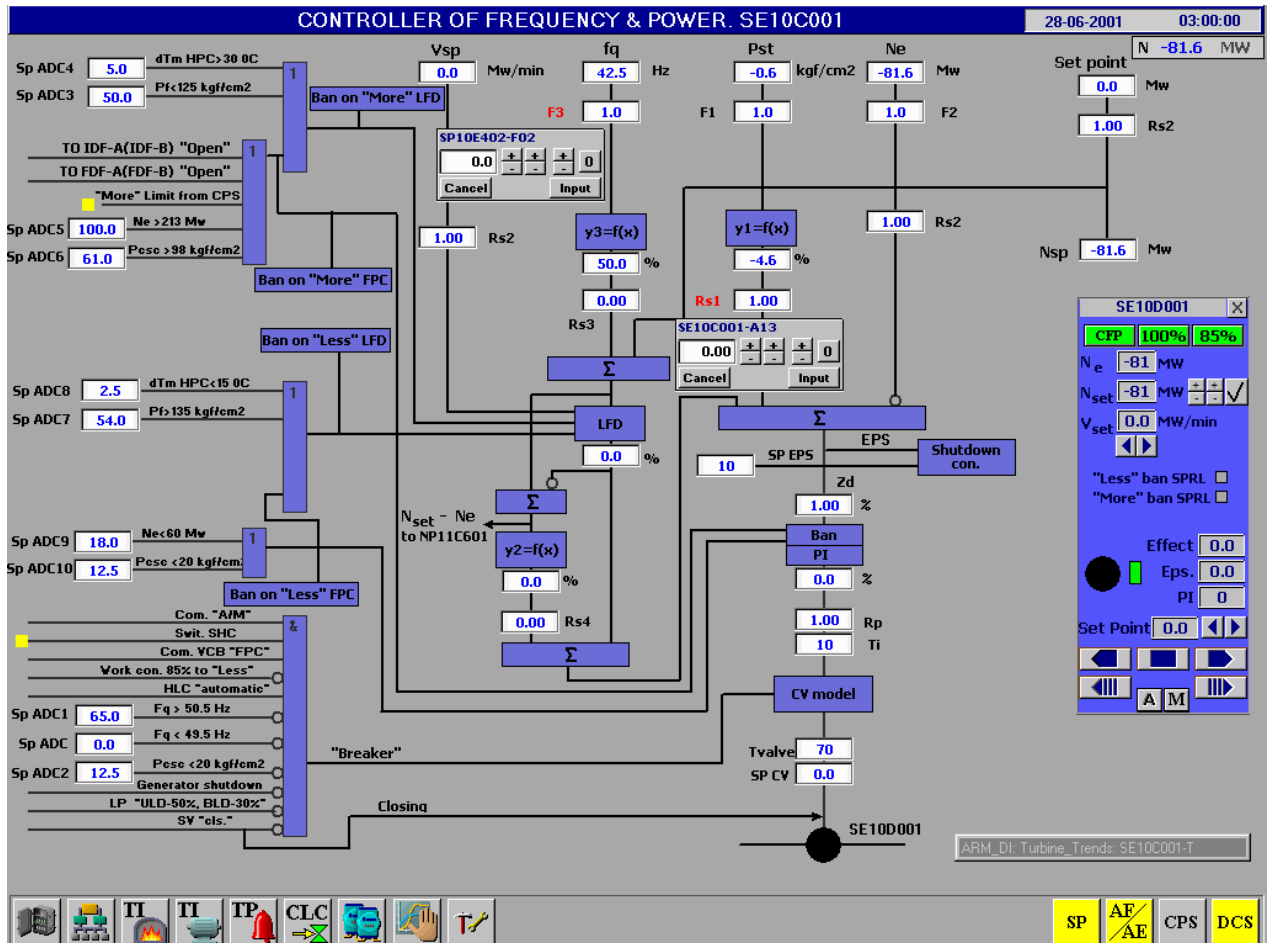


Рисунок 5.6 – Пример видеофрагмента наладки автоматического регулятора

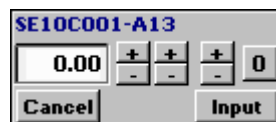


Рисунок 5.7 – Блок настройки параметра автоматического регулятора

На фрагменте наладки регулятора существует возможность вызова окна тренда. В первоначальный момент на экране отображается только заголовок этого окна (в правом нижнем углу). Для вызова окна тренда необходимо дважды нажать на его заголовок. Пример окна тренда представлен на рисунке 5.8.

Набор параметров на тренде жестко задан при наладке и обязательно содержит следующие параметры: задание (белый), управляющие воздействие (жёлтый), импульсные команды на открытие и закрытие (коричневый), указатель положения клапана (зелёный), датчик, по которому идет регулирование (синий).

Для закрытия окна тренда необходимо дважды нажать на его заголовок.

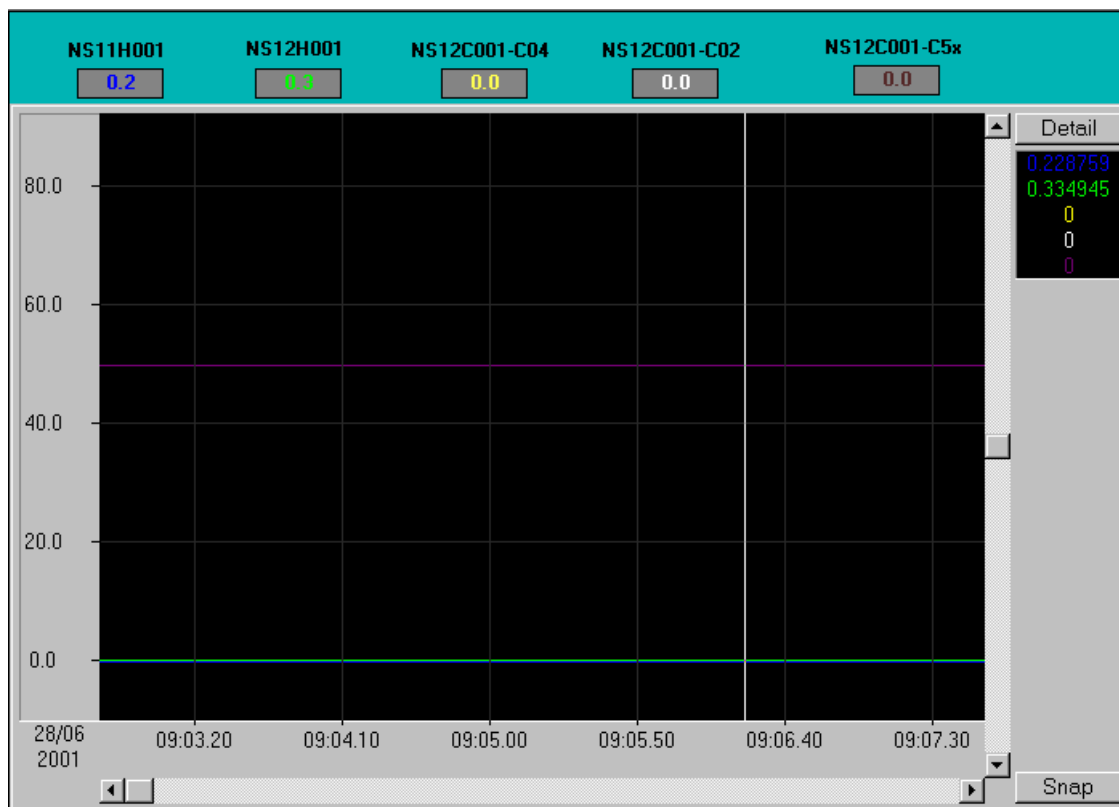


Рисунок 5.8 – Окно тренда наладки автоматического регулятора

5.3 Программное обеспечение рабочих мест оператора

5.3.1 Общие принципы организации ПО РМ оператора

Программный комплекс рабочего места (РМ) оператора запускается под управлением специальной программы – Монитора Реального Времени (МРВ) или NetLink МРВ.

Монитор TRACE MODE циклически выполняет следующий набор операций (задач):

- обмен данными со всеми Микро МРВ, которые запущены на промышленных контроллерах нижнего уровня (приём информации от ЛК и выдача команд на ЛК);
- обработку принятых данных (пересчёт базы каналов);
- приём команд, выданных оператором;
- отображение информации на экране дисплея;
- архивирование, запись информации на диск;
- поддержание единого времени в системе;
- формирование отчётов и генерация различных протоколов;
- печать отчётов и протоколов (по запросу оператора).

Очередность выполнения этих операций зависит от приоритета, присвоенного каждой из них. Наивысший приоритет имеют задачи, связанные с обслуживанием обменов по сети или любым другим интерфейсам, обмен по которым инициируется аппаратным прерыванием. К задачам, имеющим самый высокий приоритет, относится также задача поддержания единого времени в системе.

5.3.2 Отображение информации оператору

Информация, поступающая от контроллеров нижнего уровня, отображается на рабочем месте оператора в графическом и текстовом виде. С помощью инструментальной системы TRACE MODE на стадии проектирования формируется набор мнемосхем и вспомогательных экранов, которые позволяют оператору получить на дисплее графическое отображение состояния объекта, его подсистем, главное меню системы, тренды, гистограммы и т.п.

Мнемосхемы состоят из статических элементов, не меняющихся в процессе функционирования комплекса, и динамических элементов, графическое или текстовое отображение которых зависит от значений, поступивших в данный момент времени от контроллера. Значения аналоговых параметров предоставляются оператору в виде числа с плавающей запятой в единицах измерения, соответствующих данному элементу. Весь диапазон изменения параметра делится на аварийный, предупредительный и нормальный интервалы. Попадание значения параметра в какой-либо из указанных технологических интервалов отображается различными цветами прямоугольной рамки, в которой значение параметра выводится на дисплей:

- если пришедшее значение аналогового параметра больше верхней аварийной границы (уставки) или меньше нижней аварийной границы, рамка отображается красным цветом;
- если значение находится между верхней предупредительной и верхней аварийной уставкой или нижней предупредительной и нижней аварийной, рамка отображается жёлтым цветом;
- если значение между нижней и верхней предупредительной уставками, то рамка не выводится (имеет цвет фона - серый);
- если значение сигнала недостоверно, рамка отображается белым цветом.

Дискретный параметр может характеризовать положение или состояние следующих элементов: клапанов, задвижек, двигателей, насосов и т.д. Их изображение на мнемосхеме соответствует принятому в данной отрасли.

Данные элементы на мнемосхемах являются активными, т.е. меняют свое цветовое отображение в зависимости от значения датчиков, характеризующих их состояние:

- открыто (включено) - элемент закрашивается жёлтым;
- закрыто (выключено) - зелёным;
- промежуточное (неопределенное) состояние - малиновым;
- недостоверное (ошибка выполнения команды) - белым;
- отсутствие питания – серым;
- открывается - мигающий жёлтый;
- закрывается - мигающий зелёный.

Кроме перечисленных выше динамических элементов, в поле мнемосхемы могут отображаться текстовые индикаторы, меняющие свой цвет в зависимости от условий технологического процесса, и гистограммы, носящие показательный характер.

При выборе на мнемосхеме с помощью манипулятора одного из исполнительных механизмов (ИМ) в правой части экрана выводится его виртуальный блок управления (ВБУ). ВБУ содержит мнемосимвол ИМ и ряд кнопок управления, с помощью которых можно подавать команды дистанционного управления на ИМ или менять режим его работы.

На экран может быть вызвано одновременно до четырех виртуальных блоков управления.

В верхней части экрана выводится системная информация: название текущей мнемосхемы, системное время, дата, а также несколько основных технологических параметров управляемой системы.

В нижней части экрана располагаются кнопки быстрого перехода на отдельные мнемосхемы или в меню групп мнемосхем, а также групповые индикаторы сигнализации (аварийной, предупредительной и информационной), меняющие свой цвет при возникновении хотя бы одного события в группе (см. ниже описание сигнализации).

Пример видеофрагмента мнемосхемы приведён на рисунке 5.9.

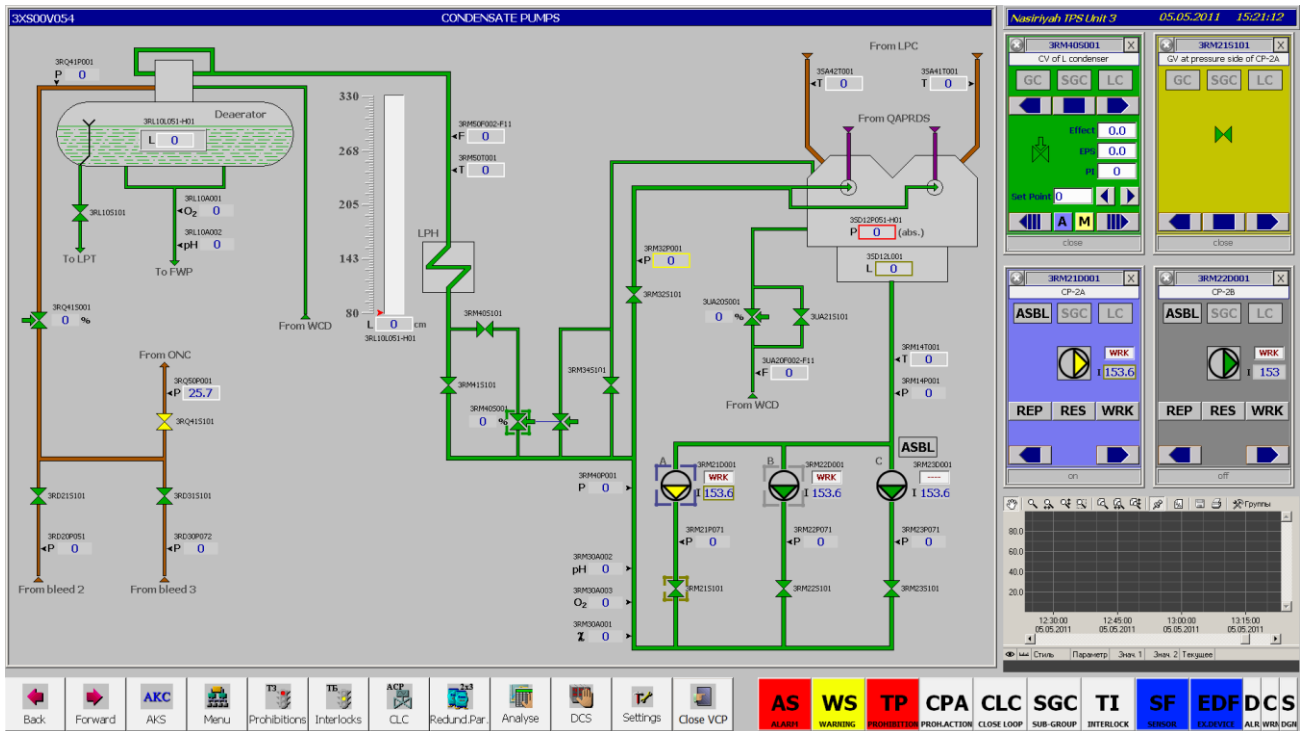


Рисунок 5.9 – Пример видеофрагмента технологической мнемосхемы

Кроме технологических мнемосхем оператор имеет возможность просматривать информацию в виде гистограмм, графиков (трендов) и таблиц.

Гистограммы пользователь может увидеть и на технологических мнемосхемах для более наглядного представления отдельных параметров и на специально разработанных на этапе создания прикладного ПО фрагментах гистограмм. На фрагменте гистограммы могут быть и вертикальными и горизонтальными, сопровождаться другой вспомогательной информацией.

На рисунке 5.10 показан типовой видеофрагмент готовых гистограмм. На отдельных

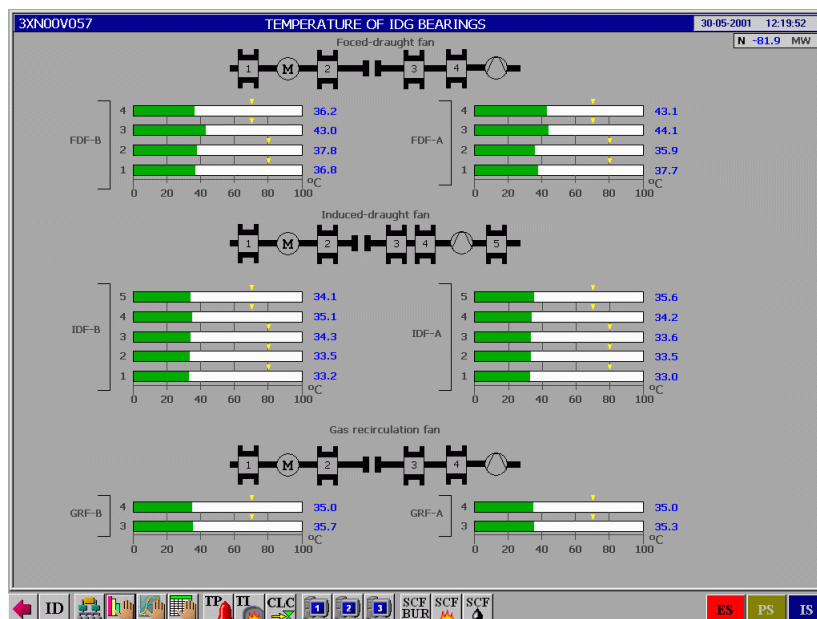


Рисунок 5.10 – Пример видеофрагмента готовых гистограмм

гистограммах показаны предупредительные и аварийные уставки, и столбик гистограммы изменяет свой цвет в зависимости от текущего интервала: зелёный при нахождении значения между предупредительных уставок, жёлтый – за пределами предупредительных уставок, и красный – за пределами аварийных уставок. В конкретных случаях параметр может не иметь всего набора уставок.

Для просмотра истории изменения параметра и визуального сравнения нескольких параметров между собой используются свободно формируемые тренды (графики).

Пример свободно формируемых трендов представлен на рисунке 5.11.

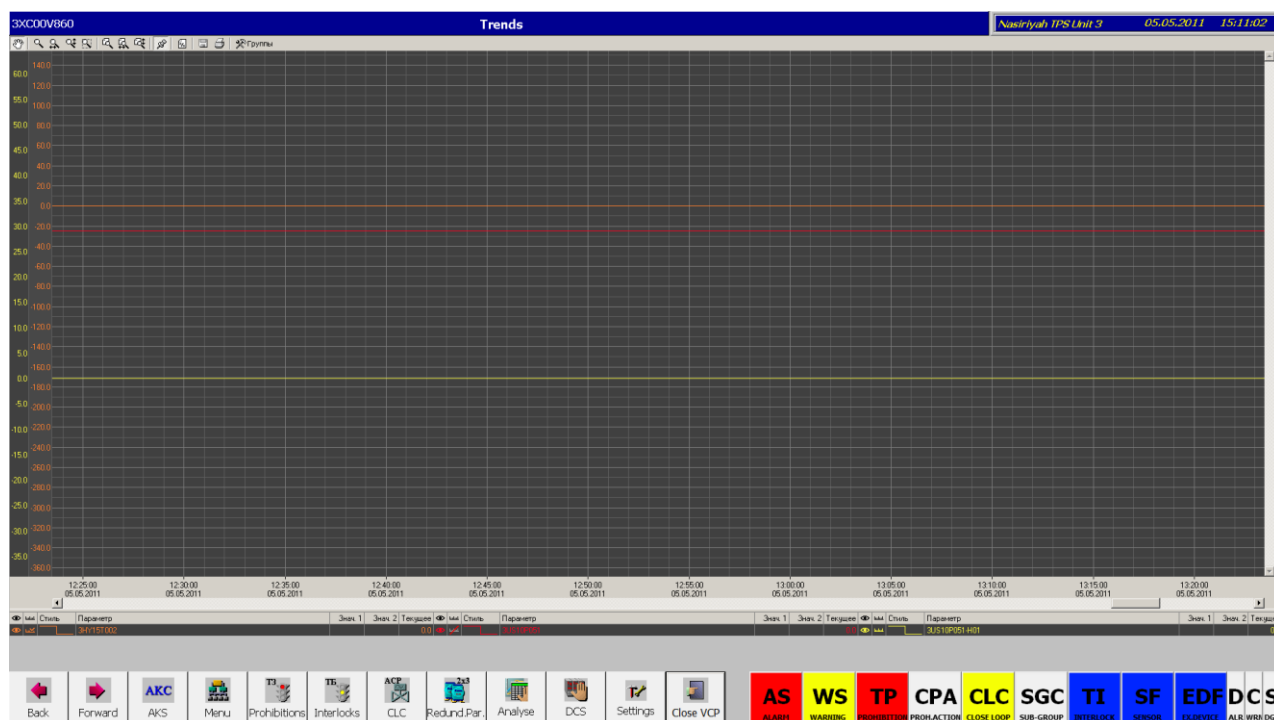


Рисунок 5.11 – Пример видеофрагмента графика

В верхней части фрагмента выводится панель инструментов для работы с кривыми и целиком с графиком.

На видеофрагменте могут выводиться одновременно несколько кривых разных параметров. Каждый параметр может по выбору оператора выводиться определенным цветом, со своей шкалой или приведённым к общей шкале. Графики могут масштабироваться по вертикали и горизонтали. Графики имеют локальный архив, глубина которого задается на этапе разработки системы.

Количество кривых, выводимых на один видеофрагмент, не ограничено, однако, из соображений удобства наблюдения, не рекомендуется выводить на график более 10 параметров. Набор параметров для просмотра на одном графике назван группой параметров. Для добавления и удаления параметров в группе, добавления и удаления групп параметров используется окно редактора групп параметров, вызываемое нажатием на кнопку «Группы» в панели инструментов и показанное на рисунке 5.12.

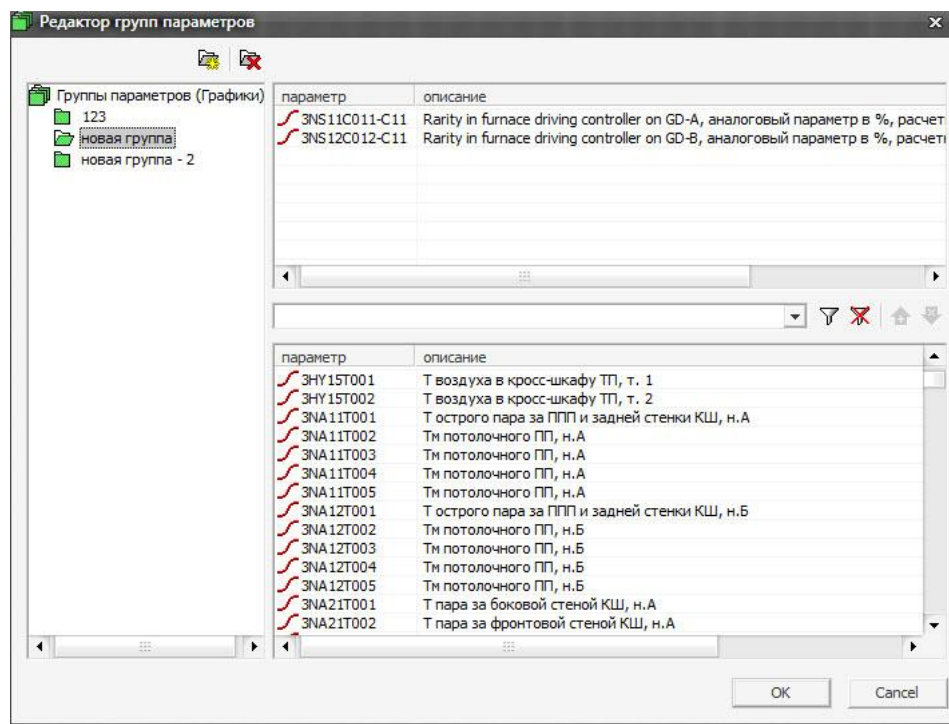


Рисунок 5.12 – Редактор группы параметров

Редактор позволяет создавать и удалять группы параметров, перечисленные в левой зоне окна, а также добавлять и удалять параметры в группу (верхняя правая зона) из общего списка параметров (нижняя правая зона).

После создания или выбора готовой группы перечень отображаемых параметров выводится в нижнюю часть фрагмента графика в виде таблицы. В ней также представлены вид и цвет кривой для каждого параметра, а также два значения параметра в выбранные пользователем два момента времени.

Настройку вида кривой можно производить в любой момент после добавления параметра. Настроить можно толщину, стиль и цвет кривой, щелкнув курсором на нужной строчке таблицы и выбрав желаемый вид из перечня. Также можно отключить отображение параметра на графике без удаления его из группы.

При выводе кривой на график используются минимальное и максимальное значения шкалы параметра. В исходном состоянии (до масштабирования) шкала растягивается по высоте поля графика. В программе хранятся минимальное и максимальное значения шкалы, соответствующие Базе Данных АСУТП, поэтому при их использовании кривая гарантированно попадет на видимое поле графика, а не окажется за его пределами сверху или снизу. Все шкалы параметров группы отображаются слева от координатного поля. Одна из них может быть выбрана основной (отобразится самой левой). Отображение выбранных шкал можно отключить в той же таблице параметров под координатной сеткой.

Для просмотра текущих значений аналоговых параметров используются свободно формируемые таблицы.

Пример видеофрагмента таблицы параметров приведен на рисунке 5.13.

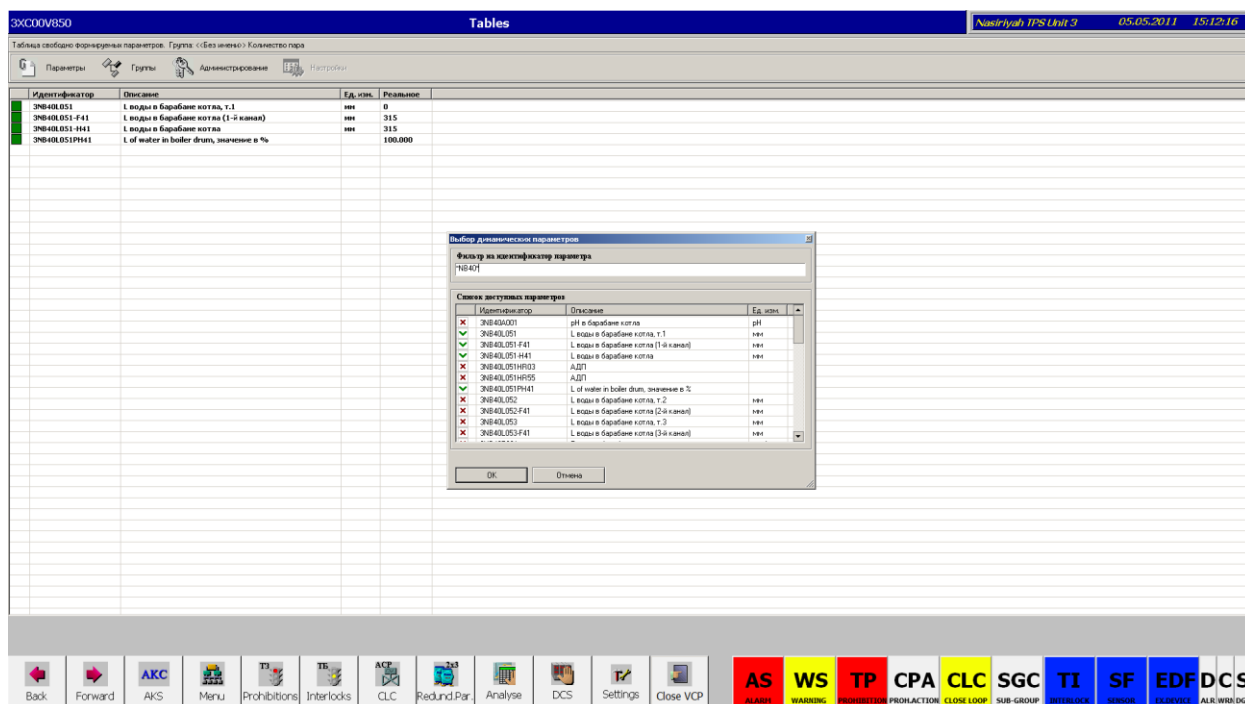


Рисунок 5.13 – Видеофрагмент таблицы свободно формируемых параметров

На видеофрагменты таблиц параметров выводится информация о наименовании параметра, его идентификаторе, единице измерения и текущем значении.

Число параметров в одном наборе (в одной таблице), как и количество наборов параметров (количество таблиц) не ограничивается, но не рекомендуется в одном наборе (в одной таблице) отображать более 25 параметров. Наборы параметров можно сохранять и загружать по мере необходимости.

5.3.3 Дистанционное управление

Задача дистанционного управления исполнительными механизмами с АРМ оператора реализуется с помощью механизма виртуальных блоков управления. Для каждого ИМ оператор может вызвать ВБУ, который содержит идентификатор ИМ, его мнемосимвол, определенное для данного ИМ количество кнопок управления, дополнительные параметры (задание, указатель положения, ток и т.п.).

Команда на ИМ может выдаваться несколькими способами:

- постоянными командами «Открыть»/«Включить» и «Закреть»/«Выключить» до конца движения ИМ или команды «Стоп»;
- импульсными командами «Открыть» и «Закреть» на заданное время (для регулирующих клапанов).

С помощью кнопок переключения режима оператор может переводить механизмы в режимы «Рабочий», «Резервный» или «Ремонт».

Набор конкретных команд определяется схемой управления ИМ. Алгоритмы управления, соответствующие каждому ВБУ, выполняются в контроллерах нижнего уровня. Примеры некоторых используемых ВБУ приведены в разделе 6.3 настоящего документа.

Описание всех мнемосимволов и ВБУ, применяемых в ПТК «КРУИЗ», приведено в документах «ПТК «КРУИЗ». Элементы отображения KNS.KRZ.001 ИЗ» и «ПТК «КРУИЗ». Виртуальные блоки управления KNS.KRZ.001 ИЗ.8».

5.3.4 Технологическая сигнализация

Для визуализации технологической сигнализации выделяется специальное рабочее место, называемое сигнализационным дисплеем (СД). Для запуска подсистемы технологической сигнализации также используется NetLink MPB, поэтому все сказанное выше об особенностях работы ПО MPB справедливо и в данном случае (цикличность пересчёта базы каналов, система приоритетов, сетевой обмен и др.).

Основными средствами отображения для СД являются:

- графическое изображение элементов сигнализации (сигнальное табло);
- вывод текстового сообщения по каждому событию в системе, участвующему в сигнализации;
- звуковое оповещение оператора (при помощи звуковых колонок).

На сигнальном табло размещены цветные индикаторы с изображёнными пиктографическими или сокращёнными текстовыми обозначениями либо отдельных сигнализационных сообщений, либо групп сообщений (для функциональной группы или узла).

Пример видеофрагмента сигнального табло приведён на рисунке 5.14.

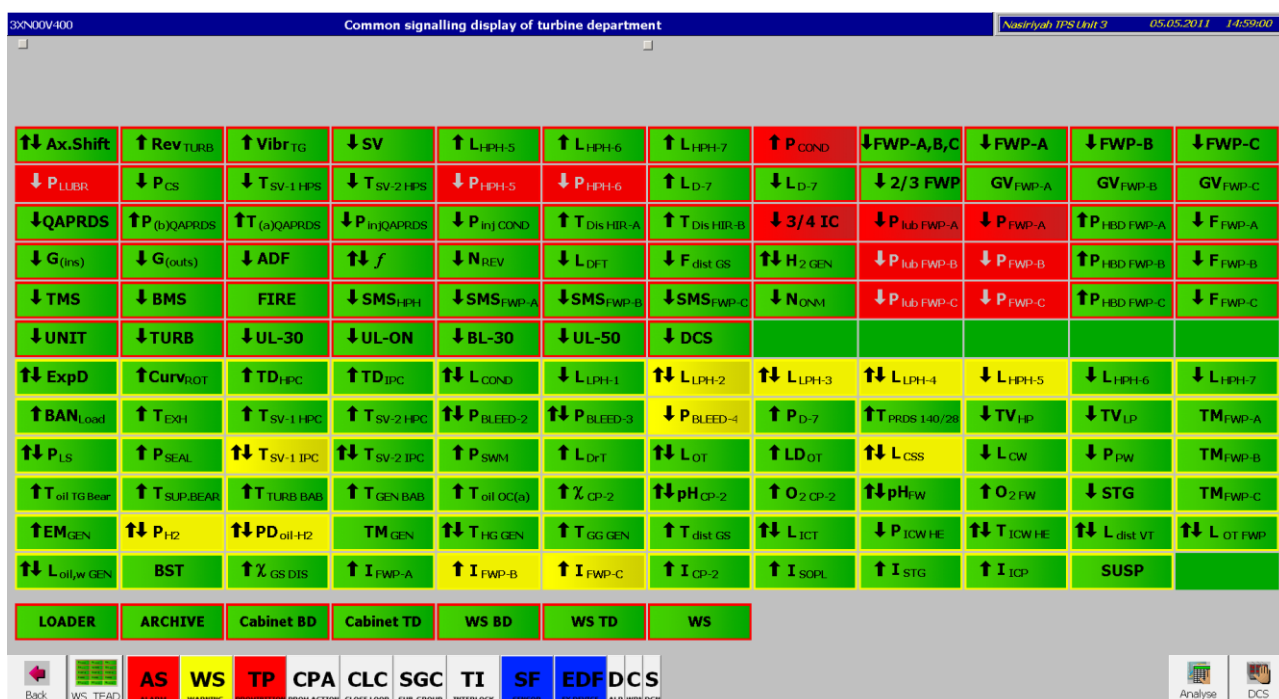


Рисунок 5.14 – Пример видеофрагмента технологической сигнализации

При отсутствии аварийных или предупредительных сообщений индикаторы отображаются зелёным цветом.

Сообщение оператору о возникновении аварийной ситуации на РМ СД происходит с помощью окраски соответствующего индикатора в красный мигающий цвет, параллельно включается звуковое оповещение, и запись о данном событии заносится в системный архив.

Предупредительная ситуация вызывает окраску индикатора в жёлтый мигающий цвет. Также включается звуковое оповещение (другой тональности) и производится запись в системный архив.

Индикатор продолжает мигать до квитирования сообщения оператором.

В нижней части экрана сигнального табло размещены групповые индикаторы, соответствующие отдельным технологическим функциям системы (например, технологические защиты, технологические блокировки, контроль действия защит, контроль отказов технологического оборудования и т.п.). Эти индикаторы/кнопки меняют свой цвет и начинают мигать при возникновении хотя бы одного события в группе относящихся к ним сообщений параллельно с основными индикаторами сигнального табло. Эти же групповые индикаторы расположены на каждом видеофрагменте в левой нижней части фрагмента.

Для того чтобы прочитать текст сообщения/сообщений, необходимо нажать на соответствующий индикатор. При этом произойдет переход на экран текстовых сообщений, соответствующих данному индикатору. На этом экране отображаются одна из трех таблиц сообщений: таблица новых сообщений, таблица действующих сообщений и таблица истории сообщений. При первом переходе на экран всегда отображается таблица новых сообщений. Для каждого сообщения отображается следующая информация: полное текстовое описание сообщения, идентификатор сообщения, дата и время возникновения, дата и время квитирования (только в действующих сообщениях и в истории), дата и время пропадания вызвавшей сообщение ситуации (только в истории). Переключение между таблицами осуществляется с помощью соответствующих кнопок-закладок.

Пример видеофрагмента экрана текстовых сообщений сигнализации приведён на рисунке 5.15.

Появление повторного сообщения приводит к переводу предыдущего сообщения в таблицу истории, при этом время квитирования не выставляется.

Квитирование сообщений производится в таблице новых сообщений нажатием на кнопку «Квитанция».

ЭЭН00V401 Alarm Display of turbine department Nussiyah IPS Unit 3 05.05.2011 15:00:59

Панель сообщений сигнального дисплея

Новые сообщения | Действующие сообщения | История сообщений

Классификация Фильтрация Администрирование

ТО: Аварийные сообщения

Идентификатор	Описание	Появление
35C30P051H502	P of oil for lubrication of TS bearings, аварийно меньше 0.3 кгс/см2	05.05.11 13:24:24.406
38L23P052-502	P of FW in pressure pipe branch of FWP-B, аварийно меньше 80 кгс/см2	05.05.11 13:24:24.406
38L23P052-502	P of FW in pressure pipe branch of FWP-C, аварийно меньше 80 кгс/см2	05.05.11 13:24:24.406
38G12P051-502	P at the end of oil P/L of FWP-B, аварийно меньше 0.3 кгс/см2	05.05.11 13:24:25.391
38G12P051-502	P at the end of oil P/L of FWP-C, аварийно меньше 0.3 кгс/см2	05.05.11 13:24:25.391
38D20P071-502	P of steam in HPH-6, аварийно меньше 9.5 кгс/см2	05.05.11 13:24:25.391
38D30P071-502	P of steam in HPH-5, аварийно меньше 9.5 кгс/см2	05.05.11 13:24:25.391
35C30P051H510	P of oil for lubrication of TS bearings, аварийно меньше 0.5 кгс/см2, second limit	05.05.11 13:24:25.391
35C30P051-502	P of oil to lubrication of turbine set bearings, p.1, аварийно меньше 0.3 кгс/см2	05.05.11 13:24:27.391
35C30P052-502	P of oil to lubrication of turbine bearings, p.2, аварийно меньше 0.3 кгс/см2	05.05.11 13:24:27.391
35C30P053-502	P of oil to lubrication of turbine set bearings, p.3, аварийно меньше 0.3 кгс/см2	05.05.11 13:24:27.391
35D12P051-501	P in SD12 condenser, p.1, аварийно больше -0.5 кгс/см2	05.05.11 13:24:27.391
35D12P052-501	P in SD12 condenser, p.2, аварийно больше -0.5 кгс/см2	05.05.11 13:24:27.391
35D12P053-501	P in SD12 condenser, p.3, аварийно больше -0.5 кгс/см2	05.05.11 13:24:27.391

Количество записей: 14 Количество фильтров: 1

Back WS, TEAD AS WS TP CPA CLC SGC TI SF EDF DCS Analyse DCS

Рисунок 5.15 – Пример видеофрагмента текстовой формы технологической сигнализации

5.3.5 Архивация

Архивы ПТК «КРУИЗ» можно разделить на следующие типы:

- локальные архивы рабочих мест и СД;
- глобальный архив системы.

Локальные архивы формируются Монитором Реального Времени на рабочих местах операторов для архивации параметров, выводимых на графики (тренды). Глубина сохранения данных для этих архивов может быть различной и задается на этапе разработки прикладного ПО.

Глобальный архив системы формируется и хранится на специально выделенном дублированном компьютере. Для выполнения задачи архивации используется программный продукт «Глобальный регистратор» пакета TRACE MODE.

Описание ПО ПЭВМ архива приводится в пункте 4.4.

Все данные записываются в архив с привязкой к системному времени. Привязка осуществляется в контроллерах функциональных шкафов в момент опроса внешних сигналов или формирования расчетного параметра. Кроме того, в архив записываются действия оператора, диагностическая информация о ПТК и прочие данные, которые было решено архивировать. В архив записываются только изменения значения параметров, что обеспечивает меньший объем файла архива и, соответственно, меньшее время обращения к нему при запросе данных.

Просмотр накопленной информации может осуществляться как в оперативном режиме, так и в неоперативном режиме с удаленного РМ, куда скопирован файл архива.

Информацию в архиве можно просмотреть в следующих режимах:

- просмотр свободно формируемых протоколов за интервал времени, либо среза на момент времени;
- просмотр «жёстко заданных» протоколов, формируемых в результате обработки архивных данных.

Параметры располагаются в таблице в порядке изменения их значения. Кроме значения параметров, в таблицу выводится идентификатор параметра и время изменения. Данные, просматриваемые в этих режимах, можно вывести на печать или сохранить в файл.

5.3.6 Протоколирование (отчёты)

Задача протоколирования и документирования технологической информации решается с помощью программы «Просмотр Архива», а также набора специальных программ:

- «Расчёт технико-экономических показателей»;
- «Анализ пуска/останова»;
- «Автоматическое ведение документации»;
- другие программы.

Программа «Просмотр Архива» предназначена для генерации свободно формируемых протоколов. При этом в набор запроса могут входить любые параметры в любом количестве. Предусмотрена возможность сохранения как наборов параметров, так и уже сформированных протоколов. Протокол может формироваться как за интервал времени, так и в виде среза на момент времени. Пример окна программы «Просмотр архива» изображен на рисунке 5.16.

В левой части в информационной панели выводятся группы технологических параметров, которые можно получить из архива. Многие стандартные группы заложены в программу на этапе проектирования. Кроме этого можно создавать собственные (свободно формируемы) группы параметров. В левой части на вкладке «Технологические параметры» Главной панели управления отображаются параметры выбранной группы. Отмеченные зелёной галочкой параметры – это параметры, отобранные для формирования протокола. Эти же отобранные параметры выводятся в нижней «Панели результирующего набора параметров». На вкладке «Результаты запроса» выводятся выбранные из архива записи изменений отобранных параметров на указанный момент времени или в течении указанного интервала.

Результат запроса (протокол) может быть представлен в виде таблицы и виде графика, отформатированный для печати на принтере. При отображении протокола в виде графика оператор получает гибкий инструмент для анализа данных: разные режимы

масштабирования, перемещение, выбор режимов отображения шкала/проценты), управление цветом и типом линий и т.п.

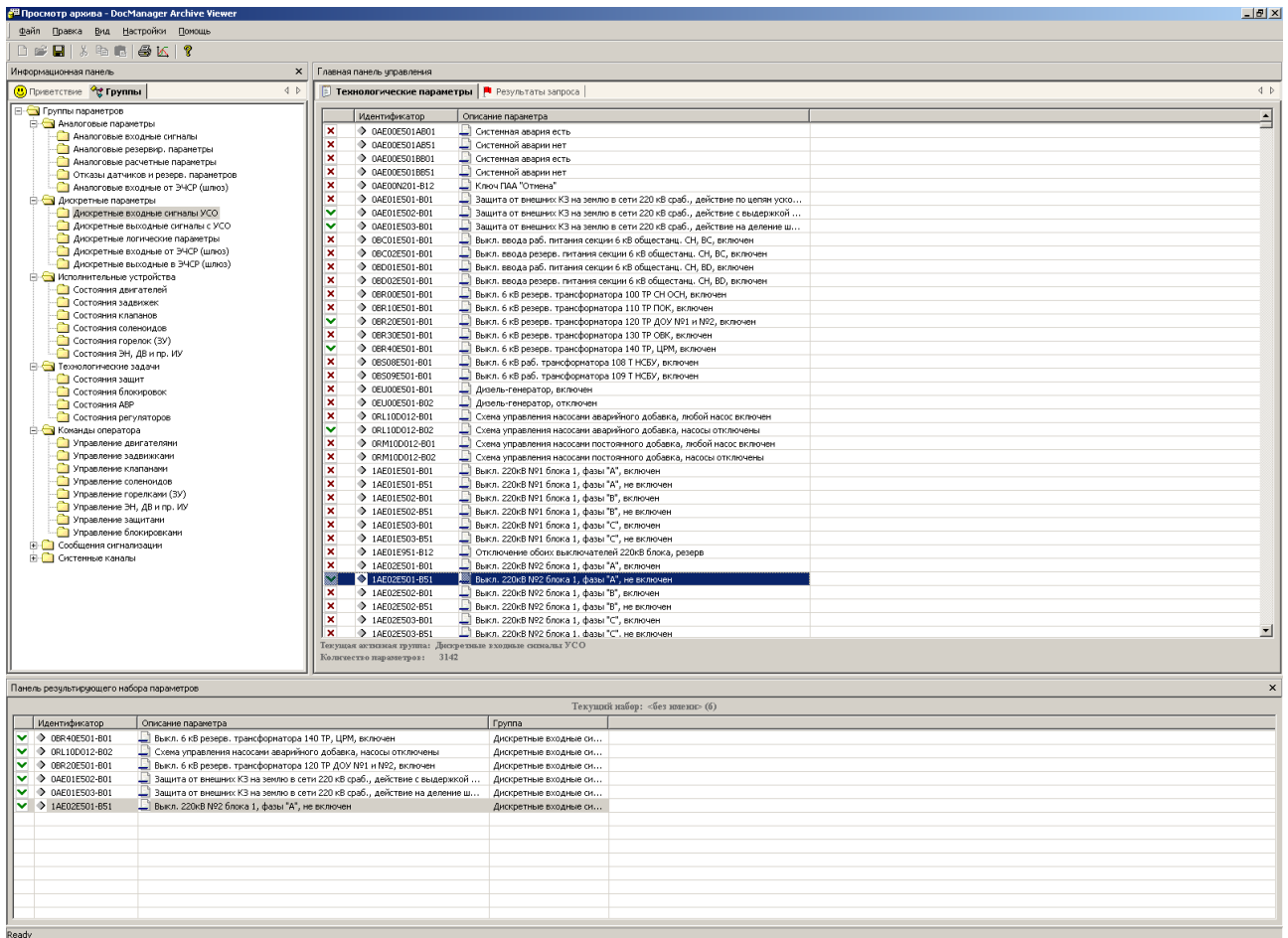


Рисунок 5.16 – Пример окна программы «Просмотр архива»

При отображении протокола в виде таблицы по каждому параметру оператору предоставляется следующая информация:

- идентификатор;
- наименование;
- значение;
- дата и время изменения.

Источником данных для протоколов является глобальный архив системы. Программа «Просмотр Архива» может запускаться как непосредственно на одной из ЭВМ архива, так и на удалённой ЭВМ. Выборка данных для протоколов из архива производится без прерывания процесса сохранения данных в архив (с меньшим приоритетом). Программа «Просмотр архива» позволяет работать с ранее сохранёнными копиями файла архива на любой ЭВМ вне ПТК.

Специальные программы, приведённые выше, формируют свои протоколы, разработанные на этапе создания системы.

Кроме того, для работы с архивом могут применяться внешние СУБД, производящие обмен данными по известным протоколам (ODBC, DDE).

5.3.7 Регистрация событий и аварийных ситуаций (РАС)

Задача РАС предназначена для облегчения поиска причин аварийной ситуации. В заданном интервале времени программа ищет инициативу-первопричину аварийной ситуации (срабатывание защиты); по этой инициативе формируются протоколы по аналоговым и дискретным сигналам, исполнительным механизмам, состояниям задач. Списки инициатив и соответствующие им наборы параметров (аналоговых, дискретных, ИМ, задач) формируются на этапе проектирования, но в процессе работы могут быть скорректированы оператором.

Пример окна просмотра протоколов РАС приведён на рисунке 5.17.

В заголовке окна указана инициатива, выбранная ранее из списка инициатив, сработавших на заданном интервале времени. В таблицах окна программы выводятся список параметров, которые следует проанализировать при срабатывании данной инициативы, значения данных параметров на момент времени за 10 минут до срабатывания инициативы и изменения параметров за предаварийный и послеаварийный интервалы. При выборе параметра в верхней таблице все записи в нижних таблицах будут подкрашены.

Выбранные данные по РАС можно распечатать в виде таблицы или графика.

По требованию оператора соответствующие протоколы могут быть сформированы по любой инициативе.

Программа «Анализ пуска/останова» осуществляет контроль технологических параметров во время пуска и останова объекта автоматизации. Программа запускается по команде оператора, далее выполняется автоматически. Весь анализируемый период разбивается на этапы по технологическим признакам. Во время каждого этапа контролируются определенные параметры по заданным алгоритмам. Для аналоговых параметров такими алгоритмами могут быть:

- превышение уставки (количество превышений, интервалы и общее время превышений);
- вычисление максимального значения;
- определение скорости изменения;
- другой алгоритм.

Для дискретных параметров обычно используется один алгоритм – фиксирование срабатывания со счётчиком количества и временных интервалов.

Для вычисленных на основе полученных данных критериев могут быть поставлены в соответствие оценки действия персонала. Полученные данные выводятся в виде протоколов на экран и/или на печать.

Инициатива: 1NH002801-L05 ТЗ "Невоспл. первой или погасание факела всех горелок при растопке" (23.12.200...
 Время предаварийного и аварийного интервала: 10 минут
 Исполнительные устройства | Дискретные сигналы | Аналоговые сигналы

Сохранить | Печать | Графики

Таблица параметров

Идентификатор	Описание	Ед. изм.	
1NP01P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №1	кПа	
1NP12P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №12	кПа	
1NP03P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №3	кПа	
1NP03P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №3	кПа	
1NP01P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №1	кПа	

Таблица состояний

Время	Идентификатор	Описание	Ед. изм.	Значение
23.12.2004 09:59:51.310	1NP01P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №1	кПа	19.9
23.12.2004 09:59:51.310	1NP12P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №12	кПа	20.2
23.12.2004 09:59:51.310	1NP03P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №3	кПа	18.8
23.12.2004 09:59:51.310	1NP03P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №3	кПа	20.4
23.12.2004 09:59:51.310	1NP01P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №1	кПа	18.8

Таблица изменения состояний

Время	Идентификатор	Описание	Ед. изм.	Значение
23.12.2004 10:00:51.310	1NP01P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №1	кПа	20.1
23.12.2004 10:00:51.310	1NP12P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №12	кПа	20.3
23.12.2004 10:00:51.310	1NP03P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №3	кПа	19.2
23.12.2004 10:00:51.310	1NP03P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №3	кПа	20.4
23.12.2004 10:00:51.310	1NP01P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №1	кПа	19.2
23.12.2004 10:00:51.310	1NP12P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №12	кПа	20.9
23.12.2004 10:00:51.310	1NP11P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №11	кПа	21.5
23.12.2004 10:00:51.310	1NG40P002	PD воздуха в общем коробе и в топке котла, фр.	кПа	0.468
23.12.2004 10:00:51.310	1NP05P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №5	кПа	23.1
23.12.2004 10:00:51.310	1NP08P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №8	кПа	21.5
23.12.2004 10:00:51.310	1NG40P007	P воздуха перед горелками, фр.	кПа	0.597
23.12.2004 10:00:51.310	1NP10P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №10	кПа	20.6
23.12.2004 10:00:51.310	1NP09P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №9	кПа	20.5
23.12.2004 10:00:51.310	1NP04P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №4	кПа	21.2
23.12.2004 10:00:51.310	1NP08P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №8	кПа	20.0
23.12.2004 10:00:51.310	1NP06P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №6	кПа	19.5
23.12.2004 10:00:51.310	1NP11P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №11	кПа	21.0
23.12.2004 10:00:51.310	1NP07P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №7	кПа	20.4
23.12.2004 10:00:51.310	1NG30P007	P воздуха перед горелками, тыл	кПа	0.656
23.12.2004 10:00:51.310	1NP02P001	P природного газа до ПК (осн.кан.) гор. №2	кПа	20.5
23.12.2004 10:00:51.310	1NP10P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №10	кПа	21.3
23.12.2004 10:00:51.310	1NP07P002	P природного газа до ЦК (раст.кан.) гор. №7	кПа	20.4
23.12.2004 10:00:51.310	1NP51P001	P природного газа на 1-й ярус горелок, сл.	кПа	27.7

Рисунок 5.17 – Пример окна программы «Просмотр протоколов РАС»

5.3.8 Расчёт технико-экономических показателей (ТЭП)

При расчёте технико-экономических показателей используются усреднённые или накопленные за 15-минутный интервал данные. На основе этих данных формируются часовые, суточные и месячные показатели, для расчёта которых используется сложный математический аппарат. Результатом работы программы являются сформированные автоматически с нужной частотой протоколы. Если внешние критерии (например, калорийность израсходованного газа и т.п.) становятся известны только спустя определенное время, существует возможность пересчитать ТЭП по скорректированным критериям.

Математический аппарат, вычисляемые показатели и протоколы задаются на этапе проектирования системы, тем не менее оператор имеет возможность внести требуемые корректировки по результатам работы объекта.

5.3.9 Защита информации от несанкционированного доступа

Во всех компьютерах верхнего уровня информация защищается от несанкционированного доступа двумя способами: на глобальном уровне с использованием всех средств, имеющихся в ОС (а также дополнительных программ, ограничивающих возможности пользователей в ОС), и паролированием при функционировании комплекса в реальном времени.

На глобальном уровне можно ввести несколько уровней защиты информации, предварительно разделив всех пользователей ПО на несколько групп и снабдив каждую группу и конкретного пользователя своими паролями и правами доступа. Под правами доступа понимаются возможности копирования, удаления, записи, просмотра и запуска файлов, хранящихся на компьютере. Кроме этого, администратор системы может определить и временные интервалы, во время которых разрешены действия пользователя, и смену паролей через заданные промежутки времени. Существует возможность обеспечения доступа оператора по SMART-картам.

На функционирующих в реальном времени АРМ существует еще один уровень защиты – паролирование действий оператора. Данная задача решается ПО TRACE MODE. Формирование паролей и прав доступа в этом случае происходит в Редакторе Установок Монитора Реального Времени, для чего имеется меню (бланк) задания паролей. Использование системы защиты TRACE MODE позволяет запаролить выдачу команд, переходы на другие графические экраны, выход из системы и т.п.

6 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПТК «КРУИЗ»

6.1 Состав информационного обеспечения

6.1.1 Информационное обеспечение представляет собой совокупность решений, реализуемых техническими и программными средствами ПТК АСУТП, по формам сбора, организации, содержанию, распределению, хранению и представлению информации, используемой в системе при её функционировании.

6.1.2 Информационное обеспечение включает:

- статическую информацию в виде фрагментов видеограмм, таблиц, форм протоколов для вывода на печать;
- динамические информационные массивы, включая входную аналоговую и дискретную информацию, результаты расчёта и наиболее важные промежуточные результаты;
- систему ведения, редактирования и формирования Базы Данных АСУТП;
- систему классификации и кодирования информации, кодовые словари и справочники;
- нормативно-справочную, эксплуатационную документацию;
- технические и программные средства передачи информации между компонентами ПТК АСУТП и в смежные системы.

6.2 Организация информационного обеспечения

6.2.1 Принципы организации информационного обеспечения системы

К основным принципам организации информационного обеспечения относятся:

- однократный ввод информации и последующее многократное использование в системе. Сигналы от датчиков и исполнительных механизмов поступают в систему через один из ФШ ПТК;
- любая информация, циркулирующая в системе, должна иметь свой уникальный идентификатор. Структура идентификатора должна быть едина для всех информационных объектов в ПТК. При использовании старых разработок допускается применять свою систему идентификации внутри применяемой подсистемы. Но обмен информацией с разрабатываемым ПТК должен происходить с использованием идентификации, принятой в ПТК;
- задачи, служащие для формирования информации, получаемой операторами и обслуживающим персоналом, но не участвующие в процессе автоматического

функционирования нижнего уровня ПТК, должны выполняться на рабочих местах верхнего уровня;

- расчётные задачи, результаты которых должны отображаться более чем на одном АРМ, должны выполняться на одном из рабочих мест и распространяться по сети;
- база данных АСУТП дополняется и корректируется только на одном рабочем месте. Другие рабочие места используют базу данных в режиме чтения;
- видеогаммы, отображаемые на мониторах АРМ, должны иметь единую структуру (расположение служебных полей, кнопок и индикаторов) и выполнены в общем стиле (цвета и форма отображаемых элементов, шрифты текстовых полей и т.д.).

6.2.2 Принципы распределения информации в системе

6.2.2.1 Информация размещается в системе в следующих формах:

- ОЗУ-резидентные массивы;
- файлы (в том числе и временные файлы) на жестких магнитных дисках.

6.2.2.2 На нижнем уровне в ЛК используется массивы в оперативной памяти. Здесь находятся текущие значения динамически изменяющихся во времени входных параметров ПТК, результаты первичной обработки, результаты выполнения алгоритмов управления, значения параметров, которыми ЛК обмениваются по сети и которые принимают с верхнего уровня. Периоды опроса входов и пересчёта алгоритмов составляют от 100 мс до нескольких секунд, информация меняется часто и сохранение её в файлах на твердотельном или электронном дисках потребует значительных затрат времени на выполнение файловых операций. Объём записей во флэш-память ограничен десятью тысячами записей, что также исключает вариант временного хранения информации в ней.

При необходимости сохранить значения редко меняющихся величин, используемых в алгоритмах управления (например, уставок, констант и т.п.), они сохраняются на одной из машин верхнего уровня, Загрузчике ПО, с которой и считываются в момент перезагрузки ЛК.

В виде файлов в ЛК должны сохраняться программы DOS и сетевой операционной системы. Файлы штатных программ размещаются на Загрузчике ПО и при запуске ЛК передаются ему по сети.

6.2.2.3 Для сохранения текущих значений параметров на АРМ верхнего уровня также используются динамические массивы в ОЗУ. При использовании графиков изменения параметров во времени в динамических массивах сохраняются до 35000 последних значений. Установив соответствующий период сохранения значений, можно установить глубину такого временного архива до нескольких дней.

Используемый программный пакет TRACE MODE сохраняет в процессе работы во временных файлах основные параметры системы, позволяющие в случае перезагрузки быстро восстановить состояние рабочего места.

В виде файлов создаются отчёты, генерируемые на АРМ РП. Эти отчеты распечатываются автоматически или по запросу пользователя АРМ.

6.2.3 Виды и методы контроля информации в маршрутах обработки данных

6.2.3.1 Вводимая в ПТК информация подвергается многократному контролю. При обращении к УСО вместе с опросом информационных входов происходит опрос тестовых комбинаций блоков УСО. В случае несовпадения их с нужными величинами соответствующие блоки УСО признаются неисправными, а для всех их входов выставляется признак аппаратной недостоверности. Недостоверные значения блокируют пересчёт алгоритмов управления.

В алгоритмах первичной обработки анализируется достоверность показаний датчиков. Сигналы с аналоговых датчиков проверяются на попадание значений внутрь шкалы, определяемой физическими возможностями датчика или возможными состояниями измеряемой среды. Дискретные сигналы контролируются на дребезг, парные дискретные выключатели проверяются на взаимозависимое разрешённое состояние.

При выдаче команд управления через выходные блоки УСО также проверяется работоспособность аппаратуры. Записанная во входной регистр блока команда предварительно считывается процессором и сравнивается с выданной в блок. При несовпадении записанного и считанного значений данный блок УСО признается неисправным и через него выходные команды не выдаются. В некоторых УСО имеется возможность контролировать наличие коммутируемого напряжения на выходах блока.

6.2.3.2 При передаче по сети выполняется следующий вид контроля передаваемой информации. На канальном уровне, заложенном в сетевую плату Ethernet, проверяется целостность передаваемых пакетов данных. При передаче сетевые платы «слушают» несущую и сравнивают данные, выданные в сеть, с теми данными, что должны были быть выданы. Несовпадение возможно при одновременной передаче двумя или более сетевыми платами. В этом случае каждая плата останавливается на случайный промежуток времени и после него производит повторную передачу. Так как контроль несущей производится в течение передачи всего пакета данных, гарантируется передача данных адресату.

На сетевом уровне происходит вычисление контрольной суммы принятых данных и сравнение их с эталонной контрольной суммой, переданной в конце пакета. При несовпадении значений контрольных сумм переданная информация признается недостоверной и не участвует в обработке.

6.2.3.3 На верхнем уровне при вычислении пользовательских значений параметров, отображаемых на экранах АРМ, возможно применение всех тех же программных методов контроля информации, что и на нижнем уровне.

Недостоверность параметра, полученного с нижнего уровня или вычисленного на верхнем уровне, отображается появлением белой рамки вокруг параметра. Если недостоверный параметр является одним из параметров, определяющим состояние арматуры или механизма, цвет условного изображения исполнительного устройства меняется на бирюзовый.

При выдаче дистанционной команды оператором проверяется право оператора выдавать данную команду и возможность её выдачи при текущем режиме управления. Например, при режиме управления с местного щита управления выдача команд оператором с АРМ блокируется.

6.2.3.4 База данных АСУТП, размещаемая на АРМ ПТК, содержит информацию, на основании которой разрабатывается и функционирует весь ПТК. Поэтому ввод или изменение данной информации должен подвергаться тщательнейшей проверке.

База данных имеет несколько уровней доступа: нулевой, позволяющий регистрировать новых пользователей, и два уровня доступа, позволяющие изменять структуру БД. Первый позволяет вводить новые, удалять и редактировать отдельные записи; второй позволяет только просматривать записи.

В качестве методов контроля вводимой информации используются:

- проверка правильности ввода отдельных полей на заданные диапазоны значений;
- ограничение количества возможных значений параметра заданным списком.

В качестве меры, предотвращающей неправильный ввод значений, везде, где возможно, используется автоматическая подстановка значений по заданному алгоритму.

Все изменения, вносимые в базу данных, вместе с именем пользователя записываются в журнал, по которому можно проследить хронологию изменения БД.

6.2.4 Информационная совместимость с другими системами

6.2.4.1 Информационная совместимость с другими системами необходима как для решения задач взаимодействия ПТК АСУТП с АСУТП основных и вспомогательных подсистем объекта, так и на случай возможного расширения системы в будущем.

6.2.4.2 На нижнем уровне информационная совместимость достигается использованием стандартных входных и выходных сигналов и соответствующих блоков УСО ПТК. К таким сигналам относятся:

- аналоговые входные сигналы от 0 до 5 мА, от 0 до 20 мА;
- аналоговые выходные сигналы от 0 до 20 мА;

- входные дискретные сигналы 24 В постоянного и переменного тока, «сухой контакт», 230 В переменного и 220 В постоянного тока;
- выходные команды коммутации от 10 до 50 В, 220 В постоянного тока и 230 В переменного тока.

В ФШ ПТК для возможного увеличения количества входных/выходных сигналов, как правило, предусматривается 10-процентный резерв для каждого типа сигналов.

6.2.4.3 ЛК выполнен с использованием микроконтроллера на базе Intel-платформы, которая в настоящее время широко распространена в мире. При необходимости применяемые микроконтроллеры могут быть свободно заменены на аналогичные Intel-совместимые микроконтроллеры. Для АРМ также используются Intel-совместимые персональные компьютеры.

На верхнем и нижнем уровне применяются исполнительные модули, входящие в SCADA-систему TRACE MODE. Этот программный продукт рассчитан на использование в среде Intel-совместимой техники. Поэтому, в случае необходимости увеличения рабочих мест, замены компьютеров новыми, сложностей в приобретении и настройке данной техники не возникает.

6.2.4.4 Для организации сетевого обмена также применяются стандартные средства, прошедшие тестирование временем у большого количества пользователей. Используемая сеть Ethernet построена таким образом, что позволяет без переделки старого варианта нарастить мощность сети как на нижнем уровне, добавив новые ФШ, так и увеличить количество АРМ на верхнем уровне.

В качестве сетевой ОС используется встроенная в Windows XP сетевая поддержка, не требующая сложной настройки и позволяющая увеличивать количество абонентов в сети, ограничиваясь только пропускной способностью сетевой аппаратуры.

6.2.4.5 Любая информация в ПТК АСУТП однозначно определяется уникальным идентификатором. В качестве системы кодирования используются системы типа AKS или KKS (Kraftwerk Kennzeichen System (нем.) – система кодирования для электростанций), широко распространённые в Европе. Идентификатор состоит из нескольких полей, которые определяют территориальное и функциональное предназначение описываемого объекта, сигнала или расчётного параметра. Система кодирования охватывает все области, относящиеся к АСУТП, а также позволяет распространить её на все объекты АСУТП, которые могут быть разработаны в будущем.

6.3 Описание технологического процесса обработки данных

6.3.1 Технологический процесс сбора и обработки данных на нижнем уровне ПТК

Ниже приведены состав и последовательность выполнения технологических операций по сбору, подготовке, контролю, обработке и выдаче информации, обмену информацией с верхним уровнем ПТК.

Входной информацией для контроллеров нижнего уровня являются принимаемые блоками УСО входные аналоговые и дискретные сигналы, а также поступающие с верхнего уровня по сети команды операторов. Выходная информация представляет собой вырабатываемые команды управления (аналоговые и дискретные выходы) и сообщения о текущем состоянии, передаваемые на верхний уровень по сети.

Для выполнения поставленных задач на ЛК нижнего уровня запускается один из исполнительных модулей SCADA-системы TRACE MODE – микро монитор реального времени. В нём реализуется следующая последовательность по обработке информации.

С заданным периодом происходит сканирование состояний аналоговых и дискретных входов ФШ. Для этого выполняются команды обращения к входным блокам УСО, для опроса по очереди всех задействованных входов блоков. Совместно с внешними входами у блоков опрашиваются эталонные значения, формируемые внутри блока. При изменении контрольных байт вырабатывается признак аппаратной недостоверности для всех входов блока. Признаки недостоверности наследуются параметрами, вычисленными на основе недостоверных входных сигналов.

Считанные значения входных сигналов подвергаются первичной обработке. Первичная обработка для аналоговых и дискретных сигналов различается. Аналоговые сигналы можно подвергнуть следующим типам первичной обработки:

- масштабирование (умножение на заданный коэффициент);
- дрейф нуля (сложение с заданной величиной);
- апертура (игнорирование изменений в заданной зоне нечувствительности);
- экспоненциальное сглаживание (задание инерционности изменения значения);
- подавление пиков (игнорирование изменения по отношению к прошлому измерению при превышении заданной величины);
- контроль шкалы (при выходе значения за заданные пределы выставляется признак недостоверности).

Дискретные входные сигналы допускают следующие виды первичной обработки (следует учитывать, что входы опрашиваются по восемь за одно обращение к блоку УСО):

- анализ на недопустимость сочетания (проверка на невозможные при нормальной работе сочетания значений входных сигналов с выставлением признака недоверности);
- инверсия (инверсия указанных битов считанного из УСО байта);
- предустановка (логическое сложение считанного байта с маской).

Обработанные входные сигналы поступают на вход алгоритмов, реализующих управление исполнительными механизмами, алгоритмов технологических защит и блокировок. На входы тех же алгоритмов поступают команды операторов, приходящие по сети с верхнего уровня, а также выходные команды других алгоритмов, выполняющихся на контроллерах.

Разработан большой набор унифицированных алгоритмов управления. Наиболее часто используются следующие:

- алгоритм управления задвижкой – БУЗ;
- алгоритм управления клапаном – БУК;
- алгоритм управления клапаном с аналоговым управлением – БУКА;
- алгоритм управления соленоидом – БУС;
- алгоритм управления двигателем – БУД;
- алгоритм управления запальным устройством горелки – БЗУ;
- алгоритм управления автоматическим регулятором – БАР;
- алгоритм автоматического включения резерва двигателей – БАВР;
- алгоритм реализации технологических блокировок – БТБ;
- алгоритм реализации технологических защит – БТЗ.

Унифицированные алгоритмические блоки настраиваются в зависимости от управления конкретным механизмом, определяются его связи с другими блоками. Дискретные входы ПТК в основном определяют состояние механизмов (сигналы от концевиков) или команды с местных щитов управления, аналоговые входы используются в регуляторах. Команды операторов предназначены для выдачи на механизмы управляющих команд и изменения состояния механизмов (условий выдачи команд на механизмы). Этой же цели служат воздействия, приходящие от других алгоритмов.

При приходе требования на выдачу выходной команды в управляющих блоках анализируется текущее состояние механизма (например, по концевикам), наличие разрешения управления данным источником, сравниваются приоритеты источников команд и при удовлетворении всех условий на выходе блока формируются сигналы, направляемые на блок УСО дискретных выходов.

Но предварительно эти сигналы подвергаются выходной обработке. К способам выходной обработки относятся:

- анализ сочетаемости;

- инверсия;
- предустановка.

Выдача команды через блок УСО сопровождается контролем. Записанная во входной регистр блока УСО команда предварительно опрашивается и только после совпадения записанного и считанного значений выдается наружу. В случае несовпадения выставляется признак недостоверности для всех команд блока УСО.

Алгоритмический блок управления также формирует признаки состояния механизмов, результатов выполнения команд, которые передаются в алгоритмы контроля выданных команд или по сети на верхний уровень для отображения на экранах рабочих мест.

В алгоритмические блоки технологических защит и технологических блокировок передаются параметры из других алгоритмических блоков или обработанные входные сигналы от отдельных датчиков. При срабатывании защит или блокировок они выдают команды управления на алгоритмические блоки управления исполнительными устройствами.

6.3.2 Технологический процесс сбора и обработки данных на верхнем уровне ПТК

6.3.2.1 При передаче информации по ЛВС используются два режима передачи: широковещательный и «точка-точка».

Информация с нижнего уровня на верхний передаётся в широковещательном режиме. То есть, ЛК не адресуют передаваемые данные конкретному АРМ, а передают их на все рабочие места одновременно. Рабочие места, которые настроены на приём таких широковещательных пакетов, выбирают из общего потока данных только те, которые нужны им для выполнения своих задач. Вместе с информационными данными передается их контрольная сумма. После получения сетевых пакетов происходит контрольное суммирование принятой информации, результат которого сравнивается с их контрольной суммой.

На АРМ поступают параметры, предназначенные для отображения на экранах мониторов. Это могут быть числовые значения, непосредственно выводимые на фрагмент видеограмм, или параметры, управляющие цветом или формой элементов на экране.

Полученные данные перед выводом на экран могут подвергаться дополнительной обработке для представления информации оператору в нужном ему виде. Например, значения числовых параметров могут использоваться для вычисления некоего интегрируемого параметра. Состояния исполнительных устройств передаются в сжатом виде, поэтому перед использованием для отображения они подвергаются распаковке, складываются с масками, инвертируются или преобразуются иным образом.

Команды оператора по дистанционному управлению исполнительными устройствами передаются на ЛК в режиме «точка-точка». Команда посылается в конкретный

канал Микро МРВ конкретного контроллера, а из него поступает на соответствующий алгоритмический блок управления.

6.3.2.2 Выводимая на экраны АРМ информация имеет общий стиль представления, структура экранов одинакова для всех АРМ. Типовая структура экрана АРМ представлена на рисунке 6.1.

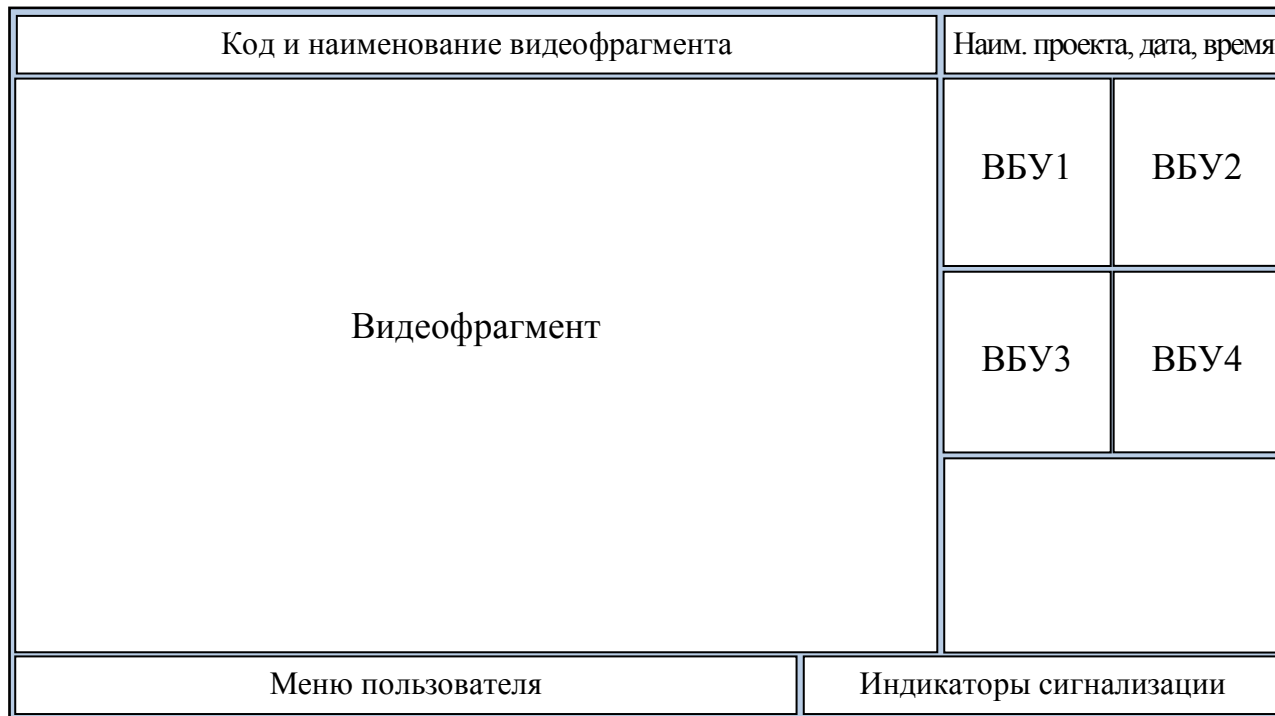


Рисунок 6.1 – Типовая структура экрана АРМ

Сверху и снизу экрана отводится место для служебных полей. Сверху (системная зона) выводится: код видеофрагмента, его наименование, наименование проекта, текущая дата и текущее местное время. Внизу экрана (меню пользователя) располагаются кнопки переходов на основные видеофрагменты (главное меню, наиболее крупные фрагменты технологического оборудования и т.п.) и кнопки общих команд, которые должны находиться на каждом экране (включение/отключение отображения идентификаторов включение/отключение звука и т.п.).

С правой стороны нижней панели располагаются индикаторы сигнализации разных категорий (предупредительной, аварийной, функций диагностики). Они меняют свой цвет при появлении одного из сигналов соответствующей категории и возвращаются к цвету нормального состояния при пропадании всех этих сигналов.

С правой стороны экрана отведено место для вывода виртуальных блоков управления (ВБУ) исполнительными органами. Максимально возможно вывести на экран четыре ВБУ. Для вывода ВБУ необходимо щёлкнуть левой кнопкой мыши на изображении выбранного исполнительного органа на мнемосхеме. Виртуальный блок включает в себя

кнопки дистанционного управления механизмом, кнопки переключения режима работы и индикацию его состояний. Зона ВБУ имеется только на видеофрагментах мнемосхем.

Остальная часть экрана (рабочая область) отведена для изображения мнемосхем технологических трактов, отдельных механизмов. При изменении состояния исполнительного органа меняется цвет его изображения. Отображаемые значения параметров обновляются с частотой не более одной секунды и меняют свой цвет в зависимости от выхода за предупредительную или аварийную границу.

Вместо мнемосхем технологического процесса могут выводиться наборы графиков, гистограмм, таблицы параметров, панели сигнализации для сигнального дисплея.

Перечни видеофрагментов для ПТК АСУТП конкретного объекта определяются Разработчиком и Проектировщиком АСУТП.

Пример технологического видеофрагмента приведён на рисунке 6.2.

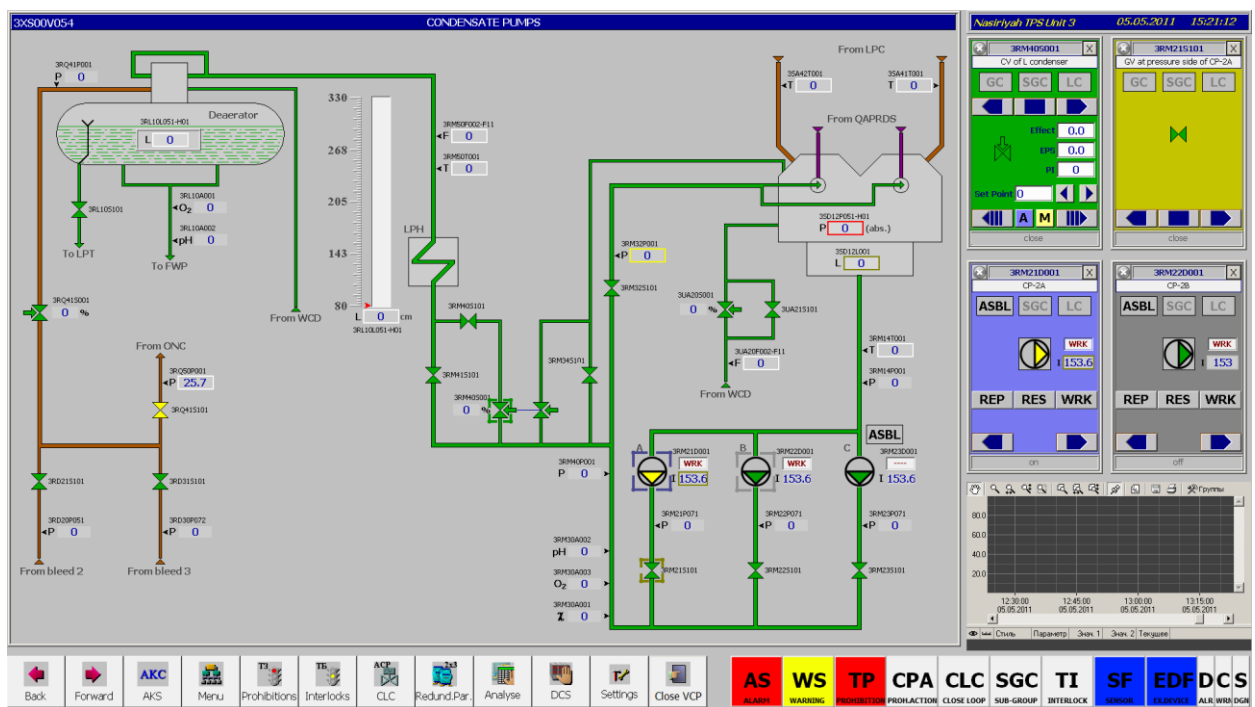


Рисунок 6.2 – Пример технологического видеофрагмента

В таблице 6.1 приведены примеры и назначение виртуальных кнопок, расположенных в меню пользователя. Количество, вид и функции кнопок определяются для каждого проекта индивидуально.

Таблица 6.1

Вид кнопки	Назначение
 Back	Переход на предыдущий видеофрагмент
 Forward	Переход на следующий видеофрагмент
 AKS	Включение и выключение режима отображения идентификаторов на мнемосхемах
 Menu	Вызов меню выбора доступных технологических видеофрагментов
 Prohibitions	Вызов меню выбора доступных видеофрагментов состояния технологических защит
 Interlocks	Вызов меню выбора доступных видеофрагментов состояния технологических блокировок
 CLC	Вызов меню выбора доступных видеофрагментов состояния контуров автоматического регулирования
 Redund.Par.	Вызов меню выбора доступных видеофрагментов состояния резервированных аналоговых параметров
 Analyse	Переход на видеофрагмент свободно формируемых трендов/таблиц
 DCS	Переход на экран общей диагностики ПТК
 Settings	Переход на видеофрагмент настройки технологических задач
 Close VCP	Закрыть все открытые ВБУ

6.3.2.3 Каждый тип ИМ имеет своё изображение на мнемосхеме (мнемосимвол). Состояние ИМ и его изменения отображаются различными цветами мнемосимвола.

6.3.2.4 Управление ИМ производится с помощью ВБУ. На ВБУ размещены: идентификатор ИМ, его проектный код, мнемосимвол ИМ, кнопки подачи дистанционных команд, вспомогательные индикаторы механизма, кнопка «Сброс» и другая информация.

Каждый из четырёх ВБУ имеет свой цвет фона. Для подсказки оператору возле управляемого ИМ выводится индикатор в виде четырёх уголков, мигающих цветом фона вызванного ВБУ.

Для закрытия ненужного ВБУ следует щёлкнуть левой кнопкой мыши на кнопке закрытия ВБУ (крестик в правом верхнем углу). При переходе на другой видеофрагмент все открытые ВБУ автоматически закрываются и при возврате на него не появляются.

Кнопки управления «Открыть»/«Включить», «Закрыть»/«Отключить» и «Стоп» (рисунок 6.3) на ВБУ отображаются одним из цветов, приведённых в таблице 6.2.

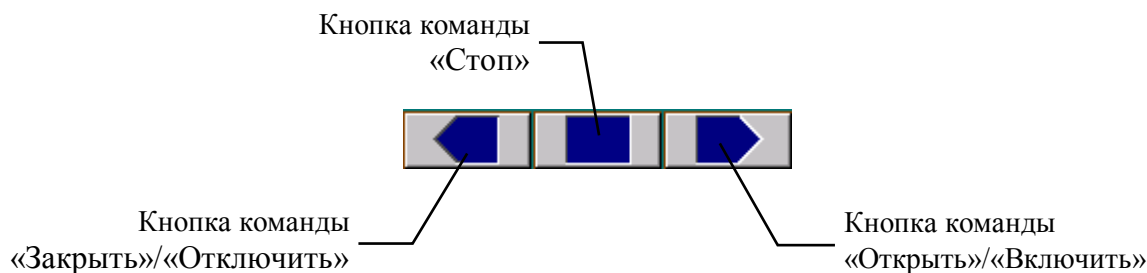


Рисунок 6.3 – Кнопки управления механизмами

Таблица 6.2 – Цветовая индикация кнопок управления механизмами на ВБУ

Кнопка	Цвет	Условия
«Закрыть»/«Отключить»	Синий	Нормальное состояние, управление разрешено
	Зелёный	Управляющие задачи формируют команду управления
	Красный	Управляющие задачи формируют запрет выдачи команды управления
	Серый	Неисправность механизма, управление недоступно
«Открыть»/«Включить»	Синий	Нормальное состояние, управление разрешено
	Зелёный	Управляющие задачи формируют команду управления
	Красный	Управляющие задачи формируют запрет выдачи команды управления
	Серый	Неисправность механизма, управление недоступно
«Стоп»	Синий	Нормальное состояние, управление разрешено
	Серый	Неисправность механизма, управление недоступно
Примечание – Кнопка «Стоп» на ВБУ некоторых механизмов может отсутствовать		

6.3.2.5 Дистанционное управление с ВБУ невозможно при одном из следующих условий:

- есть разрешение местного управления (МУ) или функционально-группового управления (ФГУ);
- есть запрет от технологических блокировок (ТБ) или технологических защит (ТЗ);
- действует такая же или противоположная команда от ТЗ, ТБ или ФГУ;
- нет питания на схеме управления ИМ;
- была ошибка выполнения команды (отказ конечных выключателей схемы управления, ИМ не сошёл с концевика, вовремя не закрылся/не открылся).

Действие команды прекращается при выполнении противоположной команды (никакие команды не выдаются) или команды «Стоп».

6.3.2.6 Режим управления ИМ показан на ВБУ в виде индикаторов состояния задач, расположенных в верхней части ВБУ. Имеется четыре вида задач:

- ГУ – групповое управление;
- МУ – местное управление;
- ПЛУ – последовательное логическое управление;
- АВР – автоматическое включение резерва.

Индикаторы «ГУ», «МУ», «ПЛУ» и «АВР» на ВБУ отображаются одним из трёх цветов:

- зелёный – ИМ задействован в задаче управления, в данный момент выдача команд от этой задачи отсутствует;
- жёлтый – ИМ задействован в задаче управления и в данный момент идёт выдача команд от этой задачи или включена блокировка;
- серый – данный вид управления ИМ не предусмотрен.

6.3.2.7 Кнопка «Сброс», расположенная в верхней части ВБУ, слева от идентификатора механизма, предназначена для сброса ошибок управления ИМ.

6.3.2.8 Точки измерений аналоговых параметров на мнемосхемах показаны стрелками. Значение параметра указывается рядом после обозначения типа параметра. Если параметр недостоверен (информация о достоверности поступает от контроллеров), вокруг значения высвечивается белая рамка.

У параметров, которые участвуют в сигнализации, выход параметра за уставки или недостоверность обозначаются рамкой вокруг значения. Цвет рамки зависит от результатов первичной обработки аналогового сигнала и может быть любым из приведённых в таблице 6.3. Цвета рамки перечислены в порядке убывания приоритета.

Таблица 6.3 – Цветовая рамки индикатора аналогового параметра

Цвет	Условия
Голубой	Нет ведущего контроллера (отказ ФШ)
Белый	Отказ УСО или отказ по границам достоверности датчика
Красный мигающий	Превышение аварийной уставки (ДО квитирования)
Красный	Превышение аварийной уставки (ПОСЛЕ квитирования)
Жёлтый мигающий	Превышение предупредительной уставки (ДО квитирования)
Жёлтый	Превышение предупредительной уставки (ПОСЛЕ квитирования)
Синий	Ручной выбор канала или отказ одного из датчиков – для резервированных параметров
Цвет фона (серый)	Параметр в норме

6.3.2.9 Для каждого механизма, технологической задачи и отдельных сигналов разработаны как элементы отображения, так и цветовая гамма окраски индикаторов состояния. Ниже описаны элементы отображения некоторых видов исполнительных механизмов, а также их ВБУ.

6.3.2.10 Состояние ИМ типа «Задвижка» отображается с помощью индикатора, показанного на рисунке 6.4. Цвета индикатора и условия их появления в порядке убывания приоритета описаны в таблице 6.4.

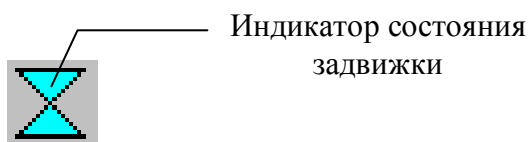


Рисунок 6.4 – Пример изображения задвижки

Таблица 6.4 – Цвета индикатора состояния ИМ типа «Задвижка»

Цвет	Условия
Голубой	Нет ведущего контроллера (отказ ФШ)
Серый	Нет питания
Белый мигающий	Ошибка выполнения команды
Красный мигающий	Самопроизвольное движение
Жёлтый мигающий	Открывается
Жёлтый	Открыта
Зелёный мигающий	Закрывается
Зелёный	Закрыта
Фиолетовый	В промежуточном положении

6.3.2.11 Управление ИМ типа «Задвижка» производится с помощью ВБУ, показанного на рисунке 6.5.

На ВБУ задвижкой имеются:

- кнопка «Сброс»;
- идентификатор;
- кнопка закрытия ВБУ;
- краткое описание ИМ;
- индикаторы режима управления (ГУ, МУ, ПЛУ);
- индикатор состояния;
- кнопки команд «Закрыть», «Стоп», «Открыть»;
- расшифровка текущего состояния ИМ.

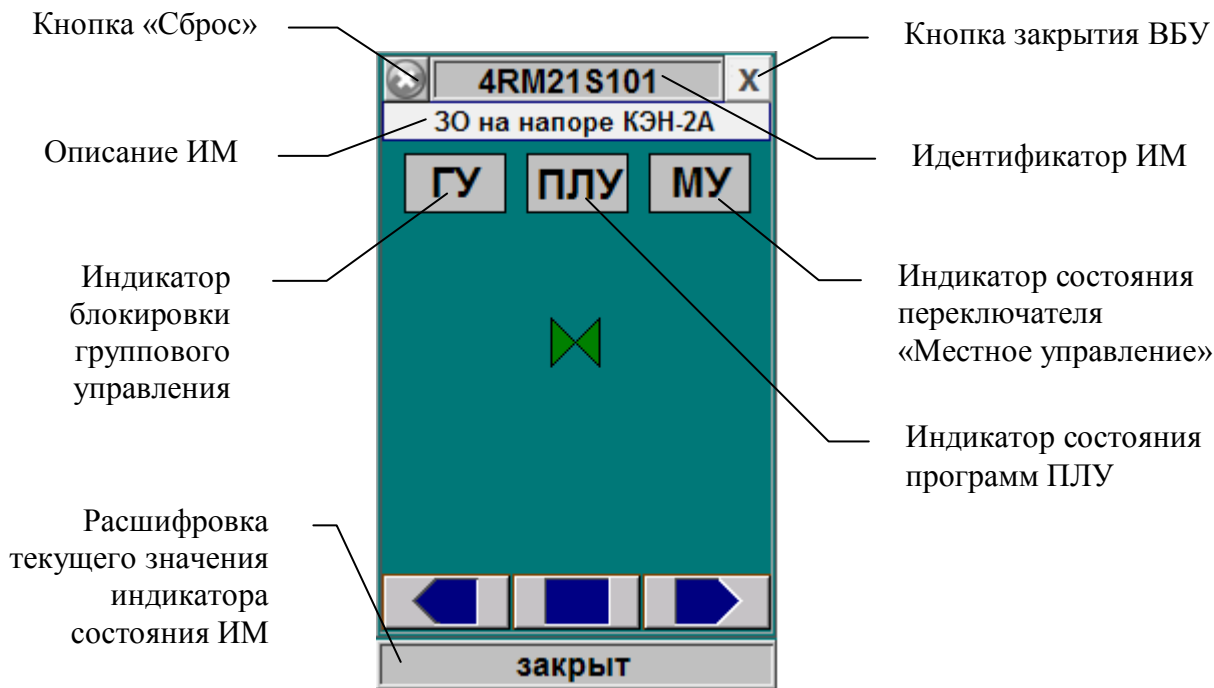


Рисунок 6.5 – ВБУ задвижкой

6.3.2.12 Состояние механизмов собственных нужд (МСН) может отображаться несколькими типами индикаторов. Примеры отображения состояния МСН приведены на рисунке 6.6.



Рисунок 6.6 – Примеры изображения состояния МСН

Возможные цвета и значения индикаторов, показанных на рисунке 6.6, описаны в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Индикация состояний и режимов ИМ типа «МСН»

Индикатор	Цвет индикатора 1/индикатора 2 Значение индикатора режима	Описание
Состояния	Голубой/Серый	Нет ведущего контроллера (отказ ФШ)
	Серый/Серый	Нет питания
	Белый мигающий/Серый	Ошибка выполнения команды
	Зеленый/Красный мигающий	Самопроизвольное отключение
	Желтый мигающий/Серый	Включен по АВР
	Красный мигающий/Серый	Неуспешный АВР
	Жёлтый/Серый	Включен
	Зелёный/Серый	Отключен
Режима	РАБ	Режим «Рабочий»
	РЕЗ	Режим «Резервный»
	РЕМ	Режим «Ремонт»

6.3.2.13 Управление ИМ типа «МСН» производится с помощью ВБУ. ВБУ насосом приведён на рисунке 6.7.

На ВБУ насосом имеются:

- кнопка «Сброс»;
- идентификатор;
- кнопка закрытия ВБУ;
- краткое описание ИМ;
- индикаторы режима управления (АВР, МУ, ПЛУ);
- индикатор состояния;
- индикатор текущего режима;
- показания датчика тока;
- кнопки перевода в режимы «Работа», «Ремонт», «Резерв»;
- кнопки команд «Включить», «Отключить»;
- расшифровка текущего состояния ИМ.

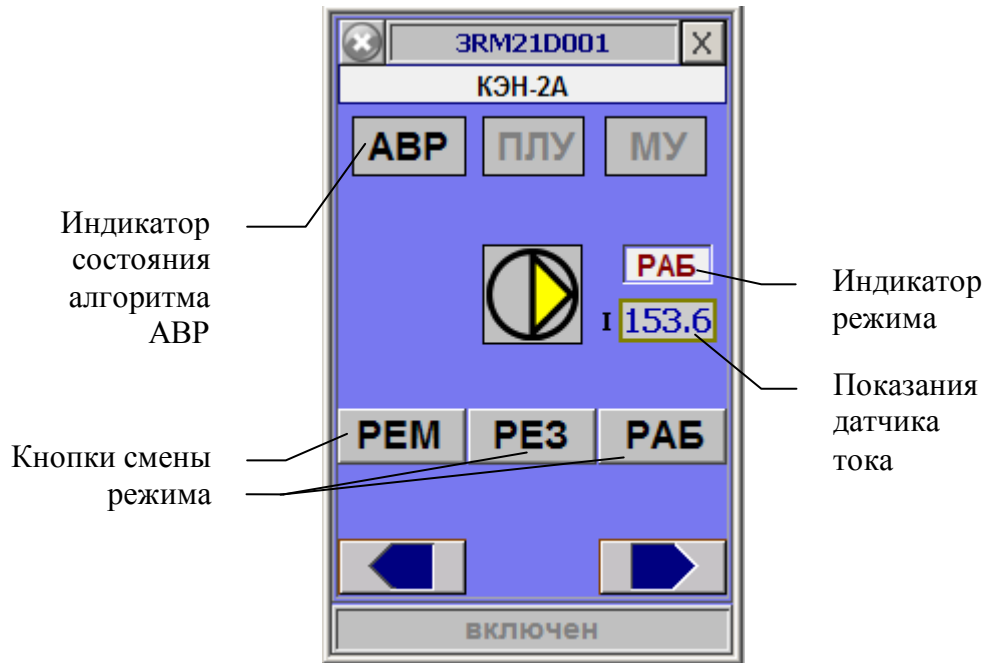


Рисунок 6.7 – ВБУ насосом

6.3.2.14 Технические средства ПТК «КРУИЗ» позволяют проводить настройку программного обеспечения, работающего с технологическим оборудованием. Для этой цели служат специальные видеофрагменты, выводимые на экран АРМ ДИ ПТК. Пример такого видеофрагмента приведён на рисунке 6.8.

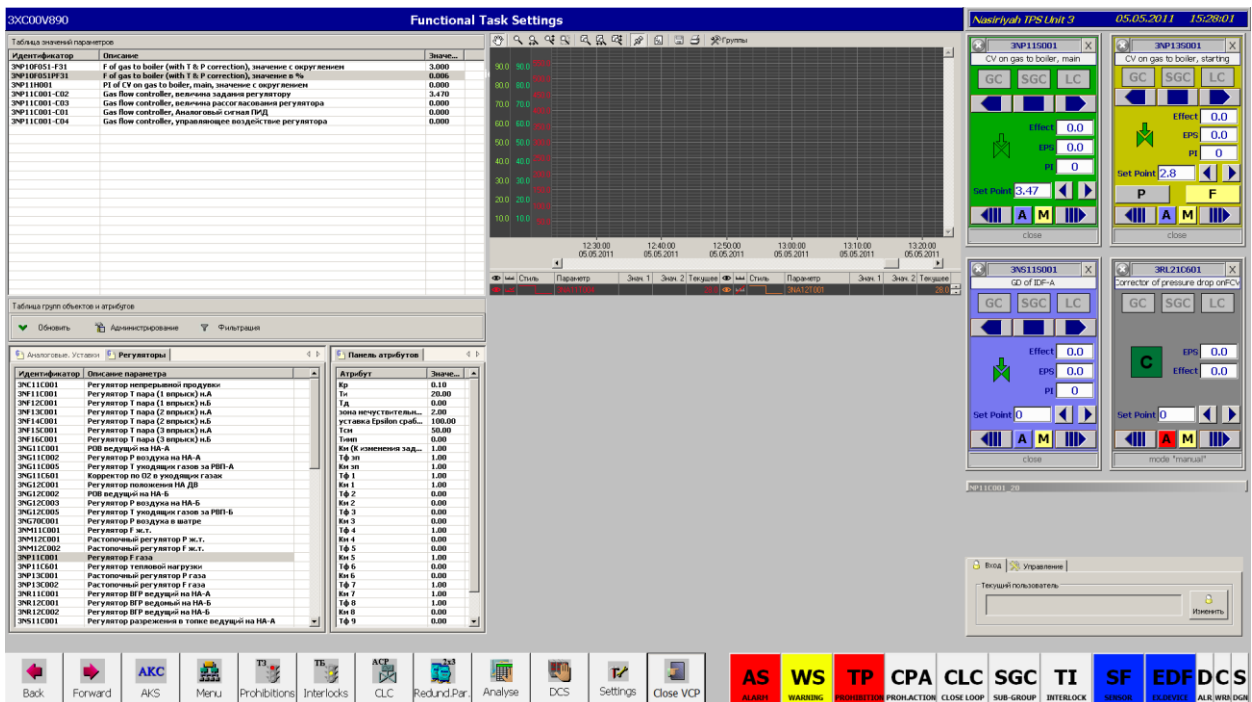


Рисунок 6.8 – Пример видеофрагмента настройки технологических задач

Видеофрагменты настройки технологических задач дают возможность выполнять следующие действия:

- изменять уставки и пределы достоверности аналоговых датчиков и параметров;
- изменять выдержки времени исполнительных механизмов (время хода, переключения, формирования ошибок и т.п.);
- настраивать контуры автоматических регуляторов.

В центральной части видеофрагмента расположено окно настройщика задач («Таблица групп объектов и атрибутов»), через интерфейс которого осуществляется просмотр и изменение настроек технологических функций.

Выше отображается таблица значений параметров и тренды (используются при наладке регуляторов).

В правой нижней части расположен интерфейс программы идентификации пользователя для получения доступа к функции изменения настроек технологических задач. Незарегистрированному пользователю предоставляется возможность просмотра текущих значений уставок, выдержек времени, настроек регуляторов.

Подробные инструкции по настройке технологических задач и идентификации пользователя содержатся в «Руководстве пользователя АРМ оператора» для конкретного объекта.

Первичная настройка технологических задач управления исполнительными устройствами осуществляется на этапе проверки правильности функционирования технологических алгоритмов на отработочном стенде ЗАО «ПИК ЗЕБРА». Более точная настройка ведётся во время пуско-наладочных работ на объекте. После сдачи объекта в промышленную эксплуатацию такая настройка может выполняться в случае замены вышедшего из строя технологического оборудования.

6.3.2.15 АРМ Архива предназначен для хранения информации обо всех событиях, которые происходят в ПТК. Принятые Архивом изменения параметров сохраняются в файлах на жестком магнитном диске. При запросе информации об изменениях параметра за указанный промежуток времени АРМ Архива обращается к файлам на жестком диске и, если эти данные имеются, передаёт их на запрашивающее АРМ.

АРМ Архива, как правило, дублировано: разные персональные ЭВМ (ПЭВМ) подключены каждая к своей подсети (коммутатору). Так как подсети реально объединены в одну сеть, обе ПЭВМ получают данные из неё одновременно и сохраняют их в файлах. В случае сбоя перезагрузившаяся ПЭВМ обращается к другой, и происходит восстановление архивов до одинакового состояния.

6.3.3 Организация информационной базы данных

6.3.3.1 Назначение Базы данных

База данных (БД) представляет собой документ, в котором сконцентрирована информация об использовании исходных данных объекта (объектов) контроля и управления.

Вид меню базы данных приведён на рисунке 6.9.

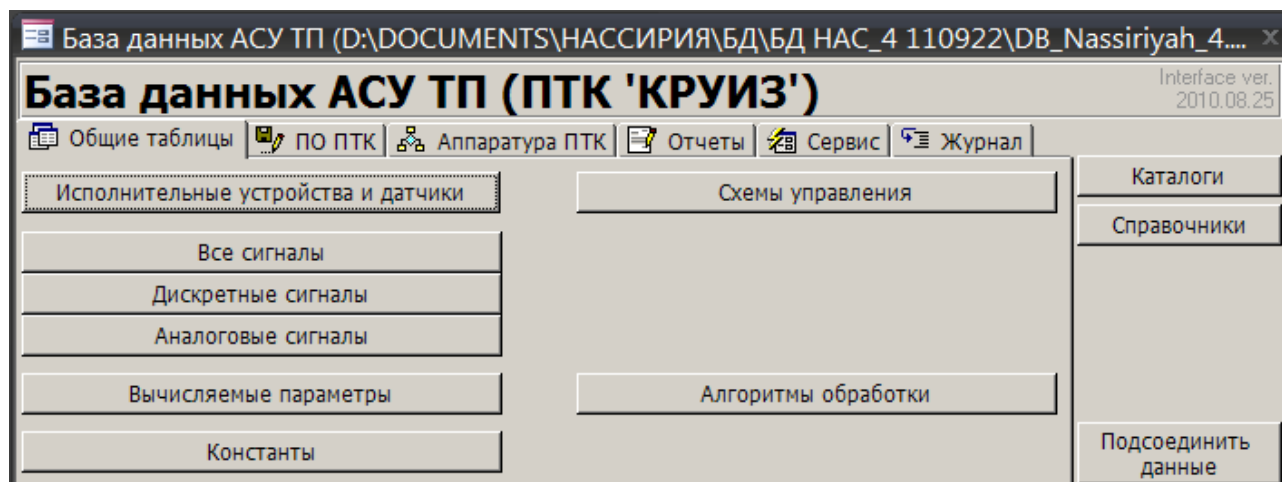


Рисунок 6.9 – Меню базы данных АСУТП

Исходными данными технологического объекта являются органы управления оборудованием, их отдельные элементы и технологические параметры, прямо или косвенно, отражающие протекание процессов в технологическом оборудовании.

Потребителем исходных данных является программно-технический комплекс, который одновременно является и генератором выходных воздействий на объект. Таким образом, БД является своеобразным мостом, обеспечивающим логическую связь технических средств периферии АСУТП с её центральной частью – ПТК АСУТП.

БД предназначена для сбора информации, необходимой для разработки алгоритмов контроля и управления технологическими процессами, диагностики состояния оборудования, диагностики состояния технических средств контроля и управления, обмена информацией с внешними подсистемами.

БД входных сигналов и выходных воздействий ПТК является неотъемлемой частью алгоритмического обеспечения АСУТП и служит основой разработки любого технологического алгоритма.

6.3.3.2 Структура БД АСУТП

БД состоит из виртуальных таблиц, которые наполняются необходимыми исходными данными для решения функциональных задач, и их взаимосвязей.

Пользователь может получить информацию из БД в виде таблиц перечней объектов. Таблицы БД создаются по группам (типам) внешних устройств – источников и потребителей информации, которые в дальнейшем будут называться объектами.

В качестве объектов выступают:

- исполнительные механизмы;
- аналоговые первичные преобразователи (датчики);
- приборы и механические устройства прямого действия, формирующие дискретные сигналы;
- расчётные аналоговые параметры, вычисляемые по определенным функциям на основании значений других параметров;
- аналоговые константы, используемые как настройки в алгоритмах управления;
- логические переменные и константы;
- формируемые сообщения для архивирования в архиве, отображения на дисплее

АРМ.

Информация условно разделяется на первичную (ведущие данные) и вторичную (связанные данные). Заполнение полей виртуальных таблиц первичной информацией производится пользователями.

Пользователями БД АСУТП являются:

- Заказчик;
- Разработчик и проектировщик АСУТП;
- Соработчики;
- Разработчик и Поставщик ПТК – ЗАО «ПИК ЗЕБРА».

Определенные поля БД должны заполняться соответствующей организацией – участником создания АСУТП.

На всех стадиях разработки и проектирования между пользователями предполагается взаимный обмен информацией.

Первичная информация заносится в таблицы БД пользователями, вторичная информация формируется автоматически по запросу пользователя.

Для облегчения рутинной работы пользователя, определенные поля таблиц БД заполняются автоматически. Информация, вводимая в БД автоматически, называется условно вторичной. К ней можно отнести:

- сигналы обратной связи исполнительных органов (сигналы положений клапанов, концевых выключателей);
- сигналы дистанционного управления (выбор объекта на управление, сигналы от кнопок управления);
- выходные команды управления исполнительных органов;

- однотипные реквизиты нормативно-справочной информации, а именно: внесение идентификаторов вторичной информации, наименование сигналов, отнесённых к одному источнику, запись размерности шкал по типовым датчикам, параметрам и т.п.;
- прочее.

Набор вторичных данных для каждого типа исполнительных механизмов определяется типом схемы управления соответствующим объектом.

6.3.3.3 Организация ведения БД

Подробная информация по ведению БД с описанием разделов меню БД, режимами работы с данными в таблицах, порядок заполнения таблиц БД и т.д. приведены в документе «Инструкция по формированию и ведению БД АСУТП. ДЮШК.460649.001 И4». Данная инструкция предназначена для разработчиков АСУТП.

Более сжатое и упрощённое описание БД и приёмов работы с ней дано в документе «Программно-технический комплекс «КРУИЗ». Краткая инструкция по работе с БД АСУТП ДЮШК.460649.001 И4.1». Инструкция окажет помощь в работе с БД пользователям системы.

6.3.4 Организация внемашиной информационной базы

6.3.4.1 К внемашиной информационной базе относятся формируемые при работе в реальном времени и выведенные на печать протоколы, списки параметров, отобранные по определенному принципу из базы данных АСУТП.

6.3.4.2 При функционировании ПТК периодически происходит выполнение технологической функции «Автоматическое ведение документации». Её целью является создание протоколов, которые используются при работе оперативным персоналом.

В зависимости от вида протоколы формируются либо автоматически, либо по запросу. Печать протоколов производится на АРМ, где установлена программа просмотра архива. Они также могут поступать в виде файлов в шлюз для последующей обработки в АСУТП станции.

Перечни протоколов и документов для ПТК АСУТП конкретного объекта определяются Разработчиком и Проектировщиком АСУТП.

7 ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПТК «КРУИЗ»

7.1 Диагностика состояния технических средств ПТК «КРУИЗ» представляет собой прикладную подсистему, которая создается с помощью инструментального пакета TRACE MODE. Запуск ПО осуществляется её исполнительным модулем – Монитором Реального Времени. Набор видеogramм диагностики представляет собой графическое отображение всех технических средств системы с динамической индикацией, которая показывает состояние каждого элемента в реальном времени. Различаются следующие типы диагностики:

- на уровне всей системы с точностью до каждого блока или АРМ (рисунок 7.1);
- на уровне ФШ – с точностью до сигнала (рисунок 7.2);
- на уровне блока, входящего в состав выбранного ФШ, – с точностью до значения и идентификатора каждого сигнала.

Видеogramмы диагностики технических средств реализованы на АРМ диагностики ПТК, а видеофрагмент общей структуры доступен для просмотра на любом АРМ оператора.

7.2 На видеофрагменте, приведённом на рисунке 7.1, изображена структурная схема ПТК. В верхней части видеофрагмента расположены: код видеофрагмента, его наименование, наименование проекта, текущая дата и текущее местное время. Центральную часть занимает структурная схема всего комплекса с элементами индикации состояния технических средств. Здесь же в правом нижнем углу приведена расшифровка цветов индикаторов. Внизу находятся кнопки перехода на другие доступные видеофрагменты:

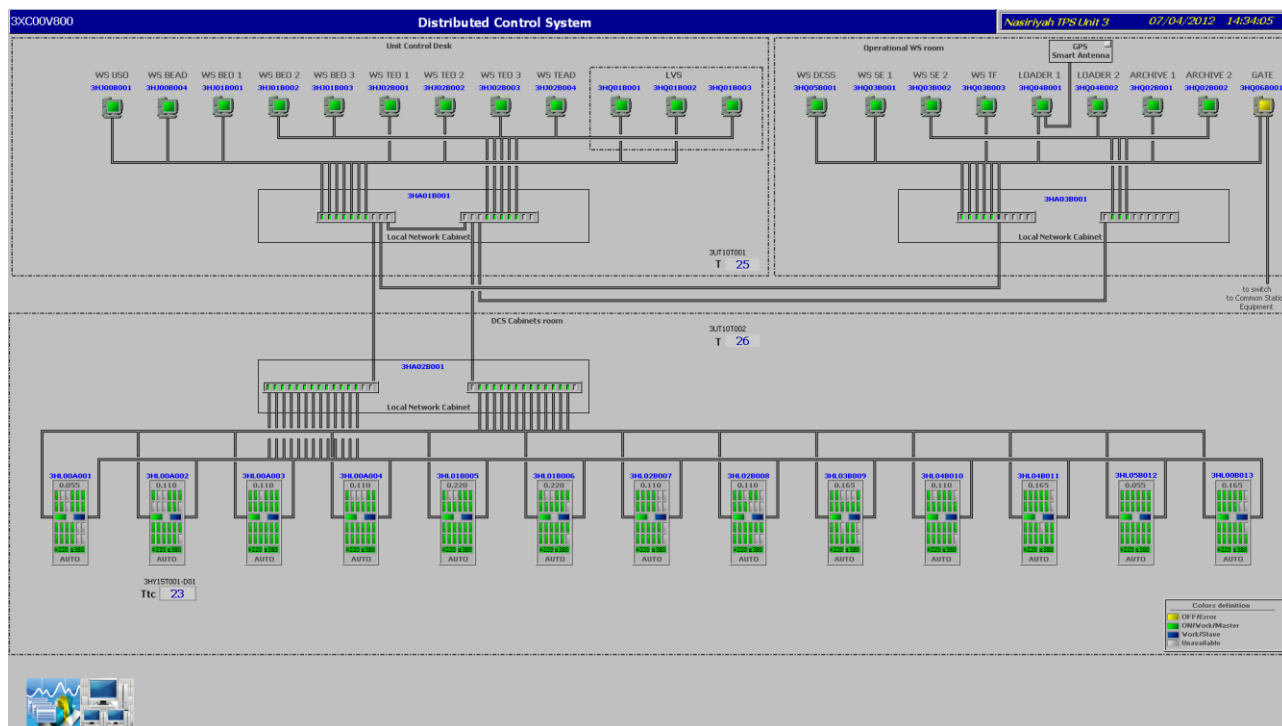


Рисунок 7.1 – Пример видеофрагмента диагностики ПТК



– кнопка перехода на видеофрагменты «Свободно формируемые графики», «Свободно формируемые таблицы» или просмотр Базы данных;



– кнопка перехода на видеофрагмент общей структуры ПТК.

7.3 Для перехода на видеофрагмент диагностики ФШ следует установить курсор «мыши» на его изображении и нажать ЛКМ. На видеофрагментах диагностики ФШ отображается состояние контроллеров, блоков УСО выбранного ФШ и датчиков, подключённых к ним. Пример такого видеофрагмента показан на рисунке 7.2.

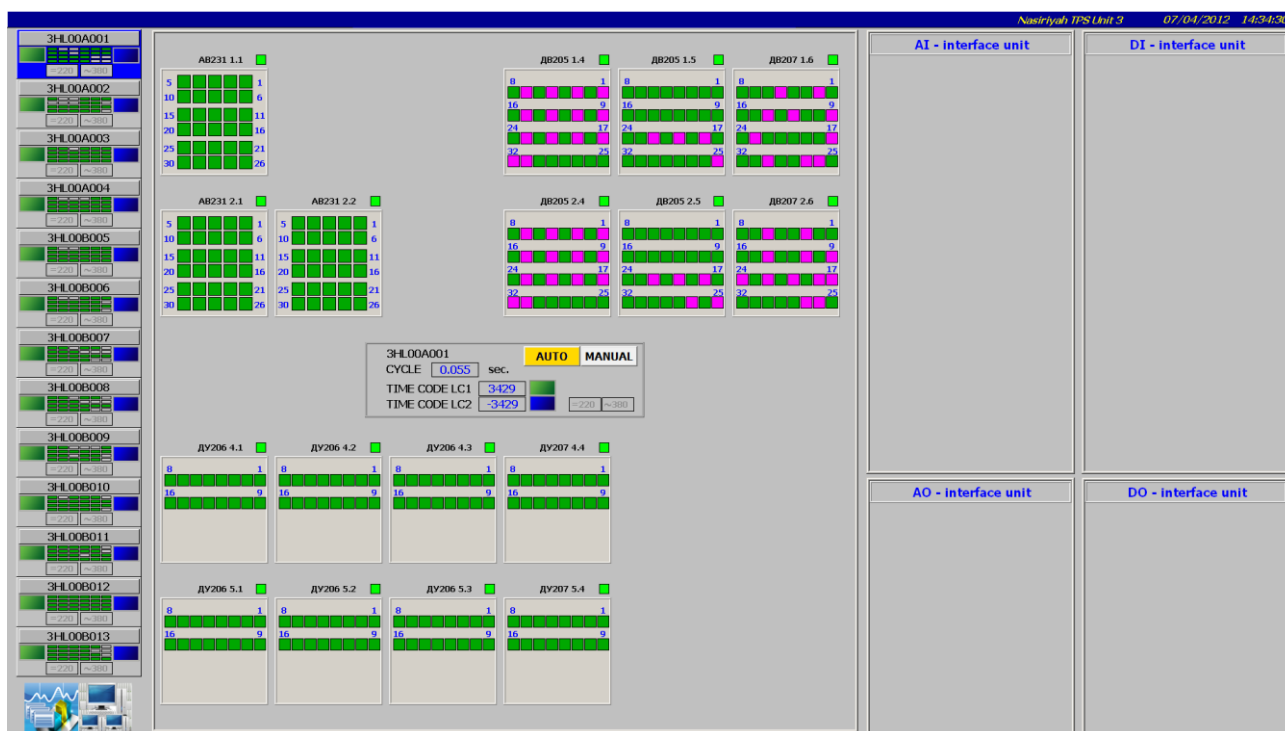


Рисунок 7.2 – Видеофрагмент диагностики ФШ

В левой части видеофрагмента расположены кнопки перехода на видеофрагменты диагностики ФШ комплекса. Кнопка ФШ, состояние которого подробно отображено в данный момент на экране, подсвечена синим цветом. На этих кнопках отображается текущая информация о состоянии УСО, ЛК и наличии питания ФШ.

В центральной части видеофрагмента показано соответствующее компоновке ФШ размещение блоков УСО и контроллеров с индикацией режима работы ЛК и состояния УСО.










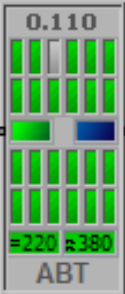







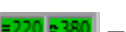



В правой части видеофрагмента расположены окна подробной диагностики блоков УСО. Для отображения этой диагностики следует подвести указатель «мыши» к шифру интересующего блока и нажать ЛКМ. Шифр выбранного блока будет выделен синим цветом шрифта, а в соответствующем окне справа выведены индикаторы физических каналов с идентификаторами.










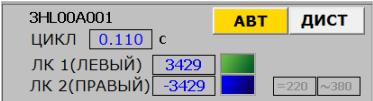





7.4 При отображении состояния технических средств ПТК используются следующие индикаторы:

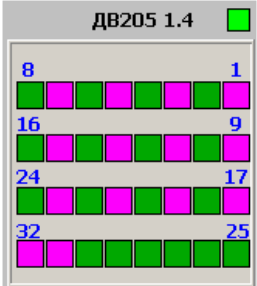









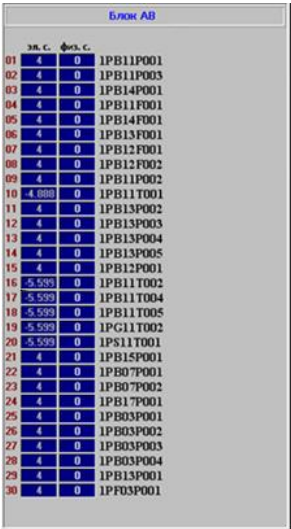


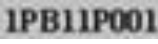
- индикатор состояния АРМ;
- индикаторы контроллера ФШ (цветовой и численный индикаторы состояния, индикатор режима резервирования);
- индикаторы УСО (индикатор исправности блока, индикатор состояния канала);
- индикатор связи с внешними подсистемами.

Перечень индикаторов, их вид и расшифровка состояния приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Индикаторы состояния узлов ПТК

Видеофрагмент	Элемент на видеофрагменте	Вид и состояние индикатора	Расшифровка состояния индикатора
Общая схема ПТК		 – жёлтый	Отказ АРМ
		 – зелёный	АРМ в работе
		 – серый	Отказ соответствующего АРМ
		 – зелёный	Соответствующий АРМ в работе
	 (на представленном видеофрагменте отсутствует)	 – жёлтый	Нет связи со смежной подсистемой
		 – зелёный	Есть связь со смежной подсистемой
			Время пересчёта ведущего контроллера
		 – жёлтый	Отказ ЛК
		 – зелёный	ЛК в работе, «ведущий»
		 – синий	ЛК в работе, «ведомый»
		 – серый	УСО не диагностируется или отсутствует
		 – жёлтый	Отказ УСО
		 – зелёный	УСО в работе
		 – зелёный	Есть питание ФШ (=220, ~380 В)
		Нет питания ФШ	
 – серый		Автоматический режим резервирования контроллеров (выбора «ведущего»)	
 – серый	Ручной режим резервирования контроллеров (выбора «ведущего»)		

Видеофрагмент	Элемент на видеофрагменте	Вид и состояние индикатора	Расшифровка состояния индикатора
Диагностика ФШ		3H100A002	Идентификатор ФШ
		 – жёлтый	Отказ ЛК
		 – зелёный	ЛК в работе, «ведущий»
		 – синий	ЛК в работе, «ведомый»
		 – серый	УСО не диагностируется или отсутствует
		 – жёлтый	Отказ УСО
		 – зелёный	УСО в работе
		 – серый	Есть питание ФШ
		 – жёлтый	Нет питания ФШ
		3H100A001	Идентификатор ФШ
		АВТ – автоматический	Автоматический режим резервирования контроллеров (выбора «ведущего»)
		ДИСТ – дистанционный	Ручной режим резервирования контроллеров (выбора «ведущего»)
		0.110 с	Время пересчёта «ведущего» контроллера
		3429	34 минуты и 29 с системного времени таймера «ведущего» контроллера
		-3429	34 минуты и 29 с системного времени таймера «ведомого» контроллера
		 – жёлтый	Отказ ЛК
		 – зелёный	ЛК в работе, «ведущий»
		 – синий	ЛК в работе, «ведомый»
		 – серый	Есть питание ФШ
 – жёлтый	Нет питания ФШ		

Видеофрагмент	Элемент на видеофрагменте	Вид и состояние индикатора	Расшифровка состояния индикатора
Диагностика ФШ		DV205 1.4	Шифр УСО и его размещение в ФШ (номер крейта.номер позиции в крейте)
		 – красный	Отказ УСО
		 – светло-зелёный	Нет отказа УСО
		 – пурпурный	Есть сигнал
		 – зелёный	Нет сигнала
		 – пурпурно-зелёный	Ошибка выдачи команды: команда не выдаётся из-за отказа или блокировки УСО (только для модулей ДУ)
		 – зелёно-пурпурный	Ошибка выдачи команды: «залипание» команды из-за отказа УСО (только для модулей ДУ)
		 /  – белый мигающий	Аналоговый сигнал за пределами шкалы
	 – зелёный	Аналоговый сигнал в пределах шкалы	
			Порядковый номер канала УСО аналогового ввода/вывода
		Показания датчика в электрических единицах УСО и в единицах измерения параметра	
		Идентификатор параметра	

Видеофрагмент	Элемент на видеофрагменте	Вид и состояние индикатора	Расшифровка состояния индикатора
<p align="center">Диагностика</p> <p align="center">Ф Ш</p>			Порядковый номер канала УСО дискретного ввода/вывода
		 – пурпурный	Есть сигнал
		 – зелёный	Нет сигнала
			Идентификатор сигнала

8 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПТК «КРУИЗ»

8.1 Технические характеристики

8.1.1 В комплексе технических средств ПТК «КРУИЗ» используются унифицированные средства серийного производства, подтвердившие свою работоспособность на этапах комплексно-отрабочных испытаний и результатами эксплуатации в различных условиях.

Любое из технических средств допускает замену его аналогичным средством без каких-либо конструктивных изменений или подрегулировки в остальных устройствах.

В таблице 8.1 приведены основные функциональные параметры, обеспечиваемые комплексом:

Таблица 8.1

№ п/п	Характеристика	Величина
1.	Количество датчиков и сигналов, входящих в схемы управления исполнительных органов	20000, не более
2.	Периодичность обновления информации на экране монитора АРМ или СОКП, с	1,0
3.	Полная смена кадра на экранах АРМ и СОКП после переключения на новый видеофрагмент, с	1,0, не более
4.	Максимальное время визуализации измененного значения датчика на АРМ или СОКП, с	1,0
5.	Максимальное время прохождения команды от АРМ до выхода блока УСО, с	0,5
6.	Среднее время от подачи оператором команды с АРМ до получения подтверждения о её выполнении на экране, с	1,5
7.	Среднее время цикла опроса аналоговых и дискретных датчиков (в том числе для функции регистрации аварийных ситуаций), мс	200,0
8.	Минимальное время цикла опроса датчиков защит в тепломеханической части (для ограниченного числа датчиков, в том числе для функции регистрации аварийных ситуаций), мс	50,0
9.	Минимальное время цикла опроса датчиков защит в электротехнической части (для функции регистрации аварийных ситуаций, в пределах одного ФШ), мс	5,0
10.	Минимальное время автоматической реакции от приёма сигнала датчика до выдачи команды управления (для ограниченного числа технологических задач), мс	50,0
11.	Минимальный цикл расчёта регуляторов, мс	50,0
12.	Дискретность изменения длительности управляющего импульса регулятора, мс	4,0
13.	Точность привязки сигналов и событий к шкале времени контроллера, мс	0,5
14.	Точность синхронизации контроллеров в системе, мс	20,0
15.	Архивы: глобальный дублированный архив системы и локальные архивы АРМ для трендов	
16.	Поддержка сообщений оператору средствами мультимедиа	
17.	Энергопотребление НУ, Вт/датчик	0,3 не более

8.2 Метрологические характеристики

8.2.1 Документация на ПТК и её составные части разрабатывается в соответствии с действующими нормативно-техническими документами по метрологическому обеспечению.

Нормирование метрологических характеристик измерительных каналов производится по ГОСТ 8.009, для приборов и средств автоматизации – по ГОСТ 8.508.

Формы представления результатов измерений (характеристики, погрешности измерений) выполняются согласно МИ 1317.

Метрологические характеристики технических средств, составляющих тракт преобразования измерительного канала, отвечают требованиям метрологической совместимости по ГОСТ 22315.

Ниже приведены основные метрологические параметры, обеспечиваемые комплексом:

- относительная погрешность измерений, используемых в алгоритмах управления (регулирование, защиты и пр.), и регистрируемых и записываемых в архив измерений не более 0,5 %;
- относительные погрешности измерений при расчётах ТЭП составляют не более 0,5 %.

8.3 Условия эксплуатации

8.3.1 Технические средства нижнего уровня ПТК надёжно функционируют при следующих показателях окружающей среды:

- рабочая температура окружающей среды: от + 5 до +40 °С (ГОСТ Р 52931, группа исполнения В2);
- относительная влажность воздуха не более 75 % при 30 °С и более низких температурах без конденсации влаги (ГОСТ Р 52931, группа исполнения В2);
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (ГОСТ Р 52931, группа исполнения Р1);
- синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения не более 0,15 мм (ГОСТ Р 52931, группа исполнения N1);
- магнитное поле промышленной частоты напряжённостью не более 30 А/м (ГОСТ Р 51317.6.2);
- электрические поля напряжённостью не более 10 кВ/м (РД 153.34.1-35.127).

8.3.2 Технические средства верхнего уровня ПТК надёжно функционируют при следующих показателях окружающей среды:

- рабочая температура окружающей среды: от +15 до +25 °С, относительная влажность – от 45 до 75 % при 25 °С (ГОСТ 21552);

- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (ГОСТ 21552);
- синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения не более 0,15 мм (ГОСТ Р 52931, группа исполнения N1);
- магнитное поле промышленной частоты напряжённостью до 3 А/м (ГОСТ Р 51317.6.1);
- электрическое поле промышленной частоты напряжённостью до 1 кВ/м (ГОСТ Р 51317.2.5);
- содержание пыли в помещениях не более 1,0 мг/м³ при размере частиц не более 3 мкм.

Суммарная трудоёмкость технического обслуживания ПТК за период эксплуатации, равный одному году, составляет не более 350 часов.

Среднее время обнаружения одной неисправности и замены отказавшего блока или модуля не превышает 60 минут (без учёта времени доставки ЗИП).

В комплект поставки ПТК включается комплект ЗИП, который содержит типовые элементы замены (блоки и т.п.) в количестве, достаточном для эксплуатации ПТК с требуемыми показателями в течение гарантийного срока.

8.4 Надёжность. Мероприятия по обеспечению отказоустойчивости системы

8.4.1 ПТК «КРУИЗ» строится как восстанавливаемая отказоустойчивая система. Для обеспечения высокой надёжности функционирования аппаратуры и быстрого восстановления работоспособности отказавших узлов принимаются соответствующие меры.

8.4.2 Организационно-производственные меры:

- аппаратура комплектуется серийно выпускаемыми с отработанной технологией производства электрорадиоизделиями, прошедшими, в случае необходимости, дополнительный входной контроль и имеющими среднюю наработку на отказ от 1 до 10 миллионов часов;
- производство аппаратуры имеет пооперационный контроль;
- смонтированные блоки подвергаются термоиспытаниям;
- во время приёмо-сдаточных испытаний работоспособность источников вторичного электропитания аппаратуры проверяется при изменении питающих напряжений в диапазоне не менее 20 процентов в обе стороны от номинала;
- ведётся учёт и анализ всех неисправностей аппаратуры, возникших как во время производства, так и в процессе штатной эксплуатации.

8.4.3 Структурные решения

8.4.3.1 Вводится аппаратная избыточность – дублирование основных структурных элементов системы, которая описана в разделе 3.5.

8.4.3.2 Нарботка на отказ узлов аппаратуры ПТК составляет:

- блоки УСО – 1000×10^3 часов;
- промышленный контроллер – 180×10^3 часов;
- ПЭВМ (АРМ) верхнего уровня – 20×10^3 часов.

9 ИСПЫТАНИЯ ПТК «КРУИЗ»

9.1 Основные этапы испытаний ПТК

9.1.1 Для достижения максимального качества выпускаемого комплекса и сокращения сроков ввода ПТК испытания программных и технических средств осуществляются в несколько этапов:

– первый этап – заводские предпоставочные испытания технических средств ПТК, изготовленных Поставщиком ПТК, и стендовые испытания прикладного программного обеспечения;

– второй этап – испытания комплекса технических средств ПТК АСУТП на объекте после окончания монтажных работ с целью определения их готовности к пуско-наладочным работам по технологическим функциям системы;

– третий этап – пуско-наладочные работы и предварительные (автономные) испытания АСУТП, при которых проверяется правильность выполнения технологических функций (задач) и оценивается возможность пуска объекта и приёмки АСУТП в опытную эксплуатацию;

– четвёртый этап – опытная эксплуатация, в ходе которой проверяется работоспособность АСУТП в разных режимах работы оборудования объекта и проводятся комплексные испытания технологических функций АСУТП;

– пятый этап – приёмочные испытания, при которых проверяется соответствие ПТК и АСУТП в целом Техническому заданию и принимается решение о приёмки системы в промышленную эксплуатацию.

9.2 Испытания технических средств ПТК

9.2.1 Перед отправкой изготовленной аппаратуры на объект она проходит несколько стадий предпоставочных заводских испытаний:

– блоки УСО в процессе изготовления подвергаются проверке на специальных рабочих местах (стендах) на функционирование, испытываются в термокамерах при пониженных и повышенных температурах;

– собранные функциональные шкафы проверяются на работоспособность путём имитации внешних воздействий на входы блоков УСО шкафа и фиксации выдаваемых команд коммутации на выходных блоках УСО. Проверка производится с помощью специального технологического шкафа и программы диагностики.

9.2.2 После окончания монтажа технических средств ПТК на объекте, перед началом испытаний технологических функций комплекс подвергается следующим проверкам:

- проверка функционирования всех ФШ с помощью программы диагностики;
- проверка (прозвонка с помощью технологических заглушек) сигнальных кабелей, проложенных между функциональными и кроссовыми шкафами, гарантирующая правильность приёма сигналов с кроссовых шкафов;
- проверка полевых связей от кроссовых шкафов до стендов датчиков или сборок РТЗО (РТЗО – распределительное токовое задвижное оборудование) с использованием всё той же программы диагностики, показывающей состояние входного сигнала каждого блока УСО.

Данные проверки позволяют наряду с аппаратурой ПТК проверить все кабельные связи АСУТП, что существенно сокращает сроки наладки прикладного ПО (технологических функций) на следующем этапе.

9.3 Стендовые (полигонные) испытания программного обеспечения ПТК

9.3.1 Стендовые испытания (отладка) прикладного ПО проводятся на специальном стенде на территории ЗАО «ПИК ЗЕБРА». Стенд может «настраиваться» под конкретный технологический объект. Обобщённая структура стенда приведена на рисунке 9.1.

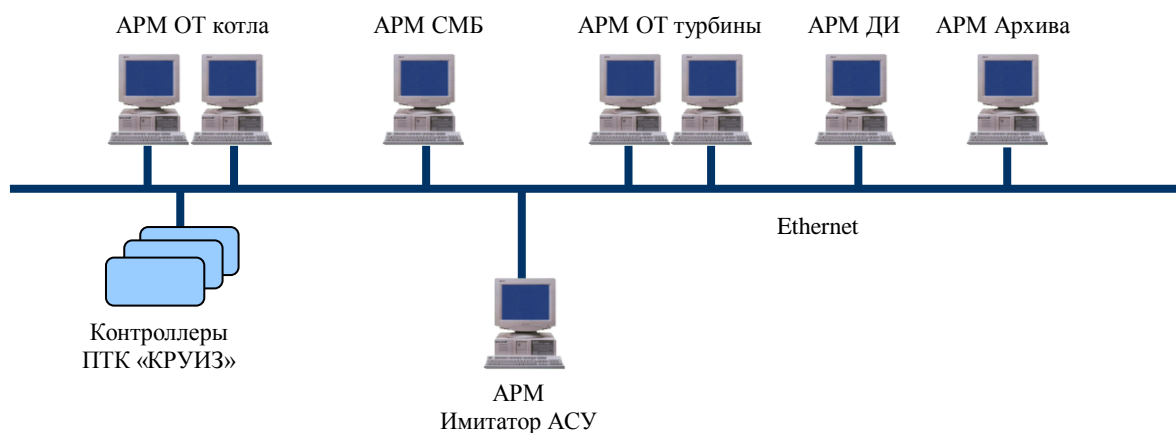


Рисунок 9.1 - Структура стенда для отладки ПО

9.3.2 Особенностью подхода к созданию стенда является то, что на нём полностью воспроизводится структура поставляемого на объект комплекса. На верхнем уровне подключаются все типы АРМ, принимающие участие в оперативном процессе управления и функционирования системы, а также АРМ архива; на нижнем уровне – локальные контроллеры ПТК «КРУИЗ» без блоков УСО или виртуальные машины в среде Windows. Количество контроллеров может варьироваться от минимально необходимого для отладки отдельных технологических функций до полного соответствия поставляемому комплексу.

9.3.3 Отличие структуры стенда от реальной структуры ПТК состоит в том, что на стенде дополнительно вводится АРМ Имитатор АСУ. Программное обеспечение АРМ Имитатора АСУ выполняет функции по воспроизведению показаний датчиков, состояний и поведения (в том числе отказы) устройств объекта автоматизации:

- запорно-регулирующей арматуры (задвижки, клапана и пр.);
- механизмов собственных нужд;
- дискретных датчиков;
- унифицированных аналоговых сигналов;
- сигналов от термопар и термометров сопротивлений.

9.3.4 При проведении отладки с АРМ Имитатора АСУ задается значение входного параметра, которое поступает в штатную программу локального контроллера вместо значения, в нормальном режиме получаемого им от блоков УСО. Далее изменение параметра вызывает заложенную в штатный алгоритм реакцию, которую проверяющий сравнивает с ожидаемой.

9.3.5 При выдаче с АРМ ОТ команды по воздействию на исполнительный орган локальный контроллер передает команду не в блок УСО, а АРМ Имитатора АСУ для отображения. В ответ на появление команды проверяющий может с АРМ Имитатора ввести ответную реакцию за данное устройство или переключиться в режим, когда АРМ Имитатора АСУ сам смоделирует ответ при помощи встроенных простых моделей исполнительных устройств.

9.3.6 С помощью использования такой технологии отладки достигается высокая степень готовности программного обеспечения, и, таким образом, существенно сокращаются сроки и объемы пусконаладочных работ на объекте.

Развитием данного подхода к отладке программного обеспечения ПТК «КРУИЗ», является углубление отладки программного и технологического обеспечения комплекса с применением полномасштабного тренажёра, в который как составная часть входит и описанный выше стенд.

9.4 Тренажёр

9.4.1 Основное назначение тренажёра – проведение обучения оперативного персонала управлению объектом автоматизации и максимальным приближением к реализации органов управления объектом и достоверности реакции на возмущающее воздействие, но с использованием вместо технологического оборудования его модели.

9.4.2 Полномасштабный комплексный компьютерный тренажёр блока 800 МВт в составе ПТК «КРУИЗ» был впервые разработан в сотрудничестве с фирмой

«Холдингстройпроект» для использования на Талимарджанской ТЭС, республика Узбекистан, и введён в эксплуатацию в марте 2005 г.

Структура тренажёра показана на рисунке 9.2.

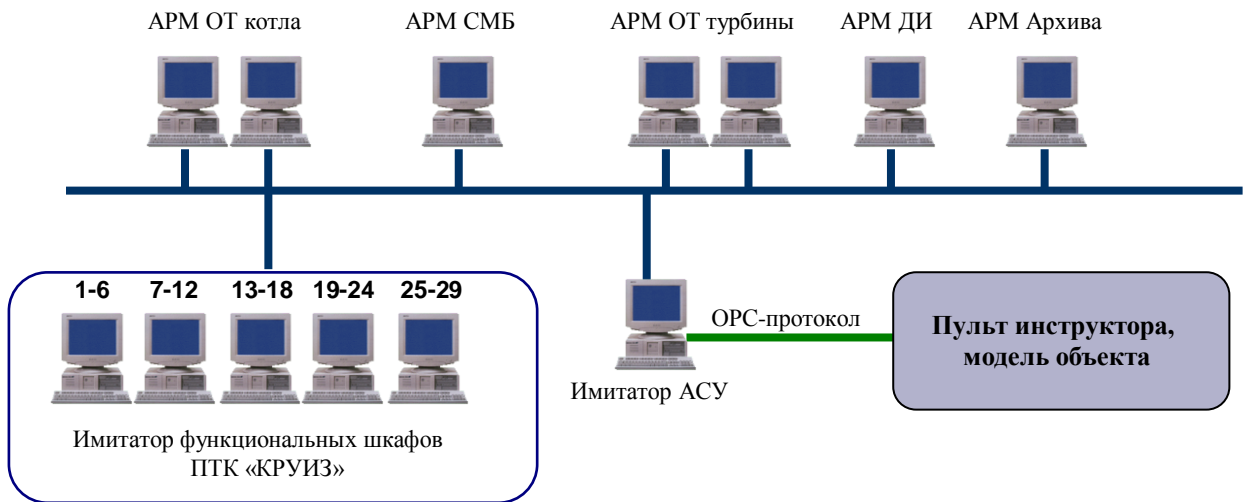


Рисунок 9.2 – Структурная схема тренажёра

Подобно стенду для проверки ПО, в составе тренажёра работают *реальные программные модули АСУТП блока*:

- прикладная программа АРМ операторов котла и турбины;
- прикладная программа АРМ старшего машиниста блока (СМБ);
- прикладная программа АРМ дежурного инженера;
- прикладная программа Архива;
- прикладные программы локальных контроллеров функциональных шкафов (запускаемые на персональных компьютерах – имитаторах функциональных шкафов).

Использование штатных прикладных программ АРМ является, возможно, пока уникальным в российском тренажёростроении.

9.4.3 ПО Имитатора АСУ реализует имитационные модели запорной и регулирующей арматуры, механизмов, импульсных клапанов, выключателей, датчиков и является аналогом АРМ имитатора, применяемого при отладке на стенде. Отличие структур стенда и тренажера состоит в том, что последнем случае к реальной структуре объекта, кроме имитатора подключается еще и математическая модель этого объекта.

Связь Имитатора АСУ с Пультom инструктора тренажёра, моделью объекта осуществляется по OPC-протоколу.

В качестве оборудования энергоблока для моделирования взято:

- котёл;
- турбина;

- генератор;
- трансформатор блока, электрическая система собственных нужд (СН) блока.

Общий объём моделируемого оборудования Талимарджанской ТЭС составляет:

- 470 электрифицированных и 20 ручных задвижек, шиберов и клапанов;
- 150 регулирующих клапанов;
- 80 импульсных предохранительных клапанов;
- 90 насосов, вентиляторов и др. силовых механизмов с электроприводом;
- 2800 технологических параметров, наблюдаемых на средствах контроля блочного щита управления (БЩУ) и мониторах системы АСУ;
- более 9000 параметров, не выводимых на средства контроля АСУТП.

9.4.4 На тренажёре имеется возможность воспроизводить различные режимы эксплуатации оборудования:

- пуск блока из холодного состояния до 100 % нагрузки (можно выполнять согласно соответствующим графикам-заданиям). Пусковые операции можно начинать либо с начального состояния с полностью отключённым и сдренированным оборудованием, либо из исходных состояний (заранее сохранённых «фотографий»), в которых уже выполнены некоторые необходимые подготовительные операции: заполнены водой и маслом трубопроводы, в коллекторах СН имеется пар, запитаны секции 6/0,4 кВ и т.п. Пуск можно выполнять, как при работающей автоматике управления, так и с частично, либо полностью отключёнными системами автоматизации (дистанционный режим управления энергоблоком);

- пуск из неостывшего состояния (можно выполнять согласно соответствующим графикам-заданиям):

- 1) на стороннем паре;
- 2) на собственном паре при условии сохранения остаточного давления в котле не ниже 2,0 МПа;

- пуск из горячего состояния (можно выполнять согласно соответствующим графикам-заданиям):

- 1) на стороннем паре;
- 2) на собственном паре при условии сохранения остаточного давления в котле не ниже 2,0 МПа;

- реализованы любые технологически разрешённые режимы переменных нагрузок котла и турбины, в том числе с любым возможным составом вспомогательного оборудования, с переключениями вспомогательного оборудования (например, в системе

регенерации), с полностью, или частично включённой, или полностью отключённой автоматикой;

– останов от 30-100 % нагрузки до горячего состояния:

1) аварийные – до любого конечного состояния (с сохранением вакуума в турбине, или со срывом его);

2) плановые: останов котла без расхолаживания оборудования блока с сохранением давления в тракте до ВЗ, останов котла с сохранением давления среды во всем тракте котла;

– останов блока от 30-100 % нагрузки до холодного состояния.

Возможны варианты остановов с любым графиком и режимом расхолаживания согласно соответствующим графикам-заданиям;

– аварии и отказы в работе основного и вспомогательного технологического оборудования вводятся на Пульте Инструктора тренажёра в виде комплексных возмущений (всего около 100 наименований различных комплексных возмущений).

Тренажёр позволяет изменять многие, так называемые «внешние» условия: калорийность топлива, температура окружающего воздуха, охлаждающей воды и т. п.

Возможно комбинирование технологических нарушений и отказов в работе всего оборудования в любых (кроме одновременного ввода взаимоисключающих друг друга отказов) сочетаниях и неограниченном количестве (см. рисунок 9.3).

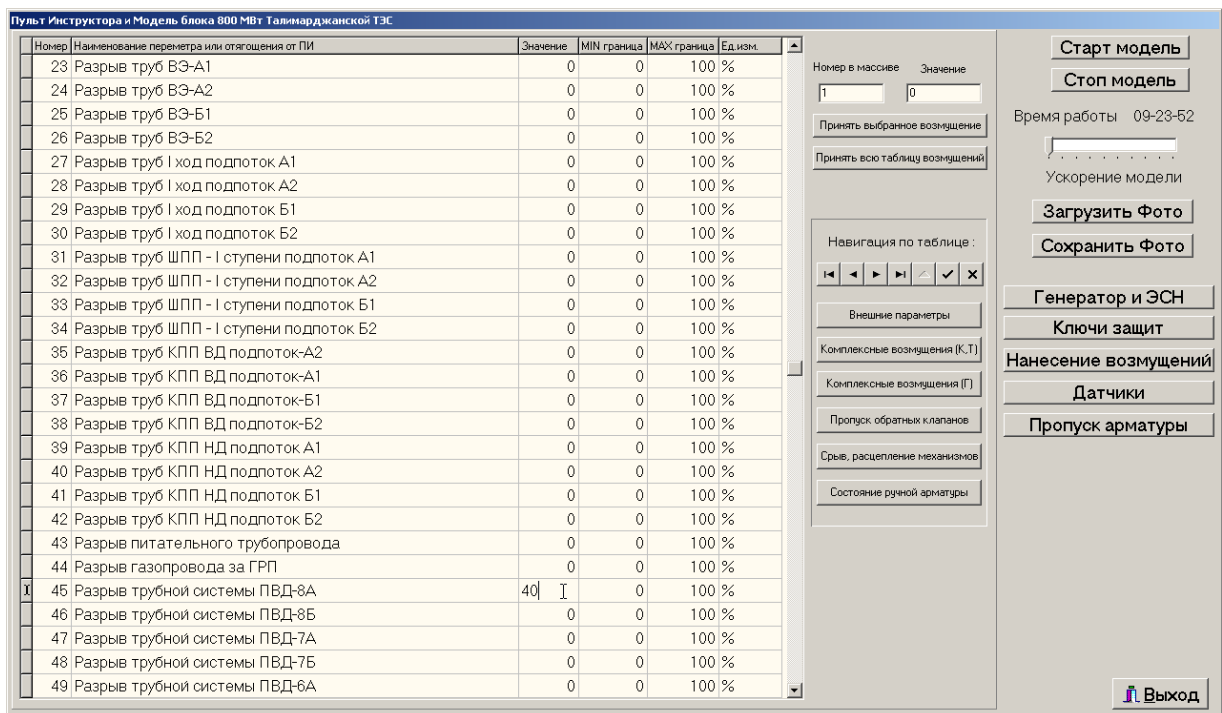


Рисунок 9.3 – Пульт инструктора

Для обучения идентификации оперативным персоналом наиболее характерных неисправностей в работе запорных и регулирующих клапанов, механизмов, импульсных клапанов, выключателей, датчиков, тренажёр имеет удобную возможность их ввода/вывода на пульте инструктора с технологических мнемосхем Имитатора АСУ, с помощью специальных диалоговых окон (см. рисунок 9.4).

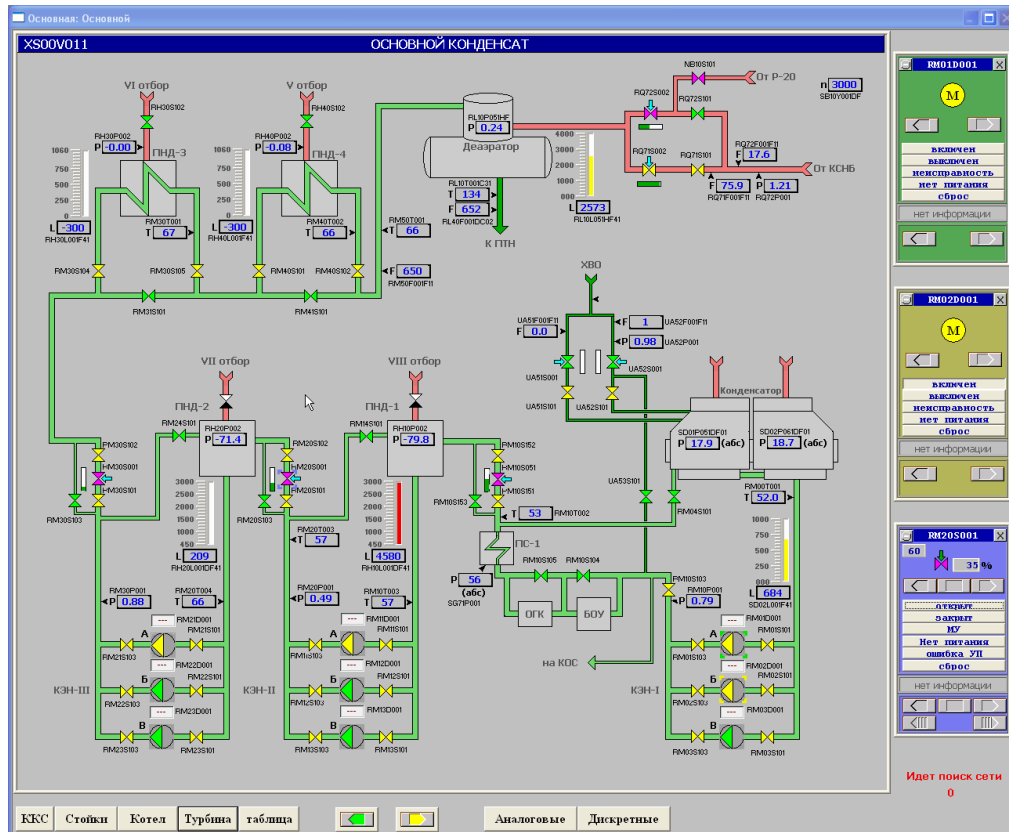


Рисунок 9.4 – Мнемосхема Имитатора АСУ

9.4.5 Модель энергоблока представляет собой сложный программный продукт, в основе которого лежит интеграция большого количества линейных, нелинейных, дифференциальных уравнений и эмпирических зависимостей (в том числе термодинамических таблиц состояния воды и пара).

В составе тренажёра модель является самостоятельной подсистемой, как с точки зрения функционирования, так и с точки зрения её построения.

В основу построения модели положены следующие принципы:

- разбиение энергоблока на ряд компонентов и узлов, для каждого из которых строится самостоятельная модель;
- в основу моделей отдельных компонент закладываются уравнения баланса энергии и массы, а также уравнения движения, теплообмена, разделения сред;

- сведение баланса массы и энергии (нарушение баланса в любом узле или компоненте приводит к переходному процессу);
- во всех процессах и компонентах среда является сжимаемой, т.е. везде учитывается плотность среды, что позволяет учитывать и рассчитывать баланс массы;
- уравнения баланса энергии используются в виде уравнений теплового баланса, в этих уравнениях интегрируемой переменной является энтальпия рабочей среды (или газов), переход от которой к температуре выполняется через уравнения состояния среды (или через теплоемкость);
- системы дифференциальных и алгебраических уравнений, описывающих процессы энергоблока, решаются путем численного интегрирования шагами по времени, при этом разные компоненты модели могут иметь разный шаг времени.

Для моделирования трактов и узлов энергоблока в модели использованы процедуры, определяющие теплофизические свойства моделируемых сред в различных агрегатных состояниях.

9.4.6 Точность моделирования во всех проверенных статических и динамических режимах оценивалась экспертами-операторами и технологами сравнением с реальным состоянием оборудования энергоблока-прототипа и имеющимися графиками реальных пусков/остановов блока из различных состояний. По их оценке моделируемые процессы на тренажёре качественно не отличаются от аналогичных процессов на реальном оборудовании и во всех случаях укладываются в рамки разброса, который имеется на блоке-прототипе при проведении аналогичных операций повторно. Точность моделирования по основным параметрам энергоблока составляет 0,1-2,0 % шкалы датчиков.

По экспертной оценке технологов станции, процессы имитации аварий и отказов моделируемого оборудования и подсистем АСУТП адекватны процессам на реальном блоке.

9.4.7 Тренажёр может использоваться как средство подготовки (индивидуальное и групповое) оперативного персонала котлотурбинного цеха (машинист энергоблока по котлу, машинист энергоблока по турбине, старший машинист энергоблока), электротехнического цеха (старший дежурный электромонтёр блока) на всех этапах подготовки: подготовка на новую должность, спецподготовка (поддержание квалификации), противоаварийные тренировки, квалификационные проверки знаний, соревнования и конкурсы профмастерства.

9.4.8 Описанный подход при реализации тренажера позволяет при отладке и тестировании защит, блокировок, АВР, ФГУ реальной АСУТП блока использовать тренажер, что в свою очередь позволяет внедрить АСУТП блока в более сжатые сроки, с высоким качеством.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

- 1 ГОСТ Р МЭК 60297-3-101-2006. Конструкции несущие базовые радиоэлектронных средств. Блочные каркасы и связанные с ними вставные блоки. Размеры конструкций серии 482,6 мм (19 дюймов)
- 2 ГОСТ 8.009-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
- 3 ГОСТ 8.508-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологические характеристики средств измерений и точностные характеристики средств автоматизации ГСП. Общие методы оценки и контроля.
- 4 ГОСТ 22315-77. Средства агрегатные информационно-измерительных систем. Общие положения.
- 5 ГОСТ Р 52931-2008. Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.
- 6 ГОСТ 21552-84. Средства вычислительной техники. Общие технические требования, приёмка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
- 7 ГОСТ Р 51317.6.1-2006. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Требования и методы испытаний.
- 8 ГОСТ Р 51317.6.2-2007. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний.
- 9 ГОСТ Р 51317.2.5-2000. Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитная обстановка. Классификация электромагнитных помех в местах размещения технических средств.
- 10 РД 153-34.1-35.127-2002. Общие технические требования к программно-техническим комплексам для АСУТП тепловых электростанций.
- 11 МИ 1317-2004. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- АВР – автоматическое включение резерва;
- АРМ – автоматизированное рабочее место;
- АСУ – автоматизированная система управления;
- АСУТП – автоматизированная система управления технологическими процессами;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- БАВР – блок управления (алгоритм) автоматического включения резерва двигателей;
- БАР – блок управления (алгоритм) управления автоматическим регулятором;
- БД – база данных;
- БЗУ – блок управления (алгоритм) управления запальным устройством горелки;
- БНК – базовая несущая конструкция;
- БТБ – блок управления (алгоритм) реализации технологических блокировок;
- БТЗ – блок управления (алгоритм) реализации технологических защит;
- БУД – блок управления (алгоритм) управления двигателем;
- БУЗ – блок управления (алгоритм) управления задвижкой;
- БУК – блок управления (алгоритм) управления клапаном;
- БУКА – блок управления (алгоритм) управления клапаном с аналоговым управлением;
- БУС – блок управления (алгоритм) управления соленоидом;
- БЩУ – блочный щит управления;
- ВБУ – виртуальный блок управления;
- ВУ – верхний уровень;
- ГУ – групповое управление;
- ДИ – дежурный инженер;
- ДПП – двухсторонняя печатная плата;
- ЖК – жидкокристаллический;
- ЗИП – запасные инструменты и приборы;
- ЗПО – загрузчик программного обеспечения;
- ИБП – источник бесперебойного питания;
- ИВЭП – источник вторичного электропитания;
- ИМ – исполнительный механизм;
- ИП – источник питания;
- ИУ – исполнительное устройство;
- КТС – комплекс технических средств;
- КШ – кроссовый шкаф;

ЛВС – локальная вычислительная сеть;
ЛК – локальный контроллер;
МРВ – монитор реального времени;
МСН – механизм собственных нужд;
МУ – местное управление;
МЭК – международная электротехническая комиссия;
НУ – нижний уровень;
ОЗУ – оперативное запоминающее устройство;
ОС – операционная система;
ОТ – оператор-технолог;
ПЛУ – последовательное логическое управление;
ПО – программное обеспечение;
ПТК – программно-технический комплекс;
ПШ – полная шкала;
ПЭВМ – персональная электронная вычислительная машина;
РАС – регистрация аварийных ситуаций;
РМ – рабочее место;
РП – расчёты и протоколирование;
РТЗО – распределительное токовое подвижное оборудование;
САПР – система автоматического проектирования;
СД – сигнализационный дисплей;
СМБ – старший машинист блока;
СОКП – система отображения коллективного пользования;
СУБД – система управления базой данных;
ТБ – технологическая блокировка;
ТЗ – технологическая защита;
ТЭП – технико-экономические показатели;
УСО – устройство сопряжения с объектом;
ФГУ – функционально-групповое управление;
ФО – форма отображения;
ФШ – функциональный шкаф;
ЦАП – цифро-аналоговое преобразование;
ЭВМ – электронная вычислительная машина.