

# Приборы и Системы. Управление, Контроль, Диагностика

2 · 2003

[www.ipc2U.ru](http://www.ipc2U.ru)

Industrial PC to you

**Промышленные компьютеры  
и средства автоматизации**



**закажи бесплатный электронный каталог**

 **(095) 232 0207**

или

<http://www.ipc2U.ru/cd>

# ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ. УПРАВЛЕНИЕ, КОНТРОЛЬ, ДИАГНОСТИКА №2 / 2003

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

## Автоматизированные системы управления

О.Н. АШЕУЛОВ, инж. по АСУТП

### Разработка автоматизированной информационно-измерительной системы контроля и учета энергетических и материальных потоков в среде TRACE MODE на базе контроллера TREI

Описан опыт разработки, внедрения и эксплуатации автоматизированной информационно-измерительной системы (АИИС), разработанной в среде TRACE MODE на базе контроллера TREI и предназначенной для контроля и учета энергетических и материальных потоков.

The article describes development, implementation and exploitation experience of information measurement system, developed in the TRACE MODE environment TREI controller base and intended for control and accounting of raw material and energy resources consumption flow.

#### Назначение системы

Автоматизированная информационно-измерительная система завода БК ОАО "Нижнекамскнефтехим" предназначена для автоматизированного контроля и учета в РМВ энергетических и материальных потоков.

#### Краткая характеристика системы

Автоматизированная информационно-измерительная система представляет собой комплекс, построенный на базе новых, современных программно-технических средств. Иерархия АИИС имеет два уровня: *нижний* и *верхний*.

*Нижний уровень* обеспечивает непрерывный сбор аналоговой информации с первичных измерительных преобразователей с периодом  $\leq 1$  с, вычисление расхода, массы и объема потоков, передачу этих данных на *верхний уровень*.

*Верхний уровень* системы предназначен для непосредственного использования инженерно-техническим персоналом завода и обеспечивает сбор, обработку, представление и хранение информации. Период обновления информации по текущим значениям расхода не должен превышать 1 с.

Также системой предусмотрена передача данных в ЛВС объединения.

В качестве канала передачи информации используется стандарт OPC. Передавать необходимо: текущие трехминутные значения, среднечасовые значения и суммарные значения расходов за прошлые сутки. Передача происходит по запросу.

#### Состав системы

*Состав оборудования нижнего уровня:*

- датчики давления, перепада давления и температуры, массовые расходомеры, щелевые датчики, установленные на трубопроводах, производят преобразование физических величин, таких как расход, температура и давление, в электрические аналоговые сигналы 4...20 мА. Поскольку датчики, использованные в данном проекте, не являются интеллектуальными, т.е. не содержат собственных вычислителей, они не выделены в отдельный иерархический уровень. Для определения давления и перепада давления используются измерительные преобразователи фирмы Honeywell (США); для определения массы вещества – массовый расходомер ТМ Vorr&Reuther Heinrichs Messtechnik (Германия); для измерения температуры – термометры сопротивления ТСП 50. Все датчики удовлетворяют необходимой точности измерения.

- контроллер TREI-5b-02 Multi, имеющий в своем составе процессор Pentium, оперативную память 512 Кбайт, флэш 8 Мбайт, 40 каналов аналогового ввода, из них четыре канала для подключения датчиков температуры (по каналам заложен 10 %-ный резерв), Ethernet, стандартный разъем для подключения клавиатуры и монитора, а также интерфейс RS-232. АЦП контроллера преобразует сигналы датчиков в 16-разрядный код АЦП

со знаком. Контроллер имеет модули питания, предназначенные для пассивных измерительных преобразователей. Датчики температуры подключаются непосредственно к контроллеру.

*Состав оборудования верхнего уровня:*

- ПЭВМ со следующими характеристиками: *Pentium II 300*, ОЗУ 128 Мбайт, HDD 3 Гбайта, две сетевые карты *Ethernet, SVGA*;

- принтер;

- ПО: ОС *MS Windows NT4, SP 6, TRACE MODE 5*.

Структурная схема АИИС представлена на рис. 1.

Связь между контроллером и станцией оператора осуществляется по сети *Ethernet*, протокол *NetBEUI*. Передача данных в ЛВС объединения – сеть *Ethernet*, протокол *TCP/IP*, стандарт передачи – *OPC*.

В системе применялись различные датчики для определения расхода вещества, соответственно необходимо было использовать и разные методики вычисления.

Вычисление действительного значения расхода методом перепада давлений в контроллере необходимо было выполнять на основании *ГОСТ 8.563.2-97 “Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств”*. Эта методика аттестована *Всесоюзным научно-исследовательским институтом расходомерии Государственного научно-метрологического центра (ГНМЦ ВНИИР)*. Кроме того, перепад давления необходимо вычислять с использованием таблиц корректирующих коэффициентов в зависимости от температуры и давления измеряемой среды. Плотность, показатель адиабаты и коэффициент линейного расширения также закладываются в программу в зависимости от изменений давления и температуры.

Расчет сужающего устройства (СУ) производится в отделе АИИС *Управление Главного Метролога – подразделения ОАО “Нижнекамскнефтехим” лицензионной программой “Расход-ТМ” ВНИИ расходомерии (г. Казань)*. Программа выполнена на основании *ГОСТ 8.563.1-97* и *ГОСТ 8.563.2-97*.

Данный документ является исходным для конфигурации контроллеров на узлах учета. Он содержит следующие характеристики: шкала дифманометра, шкала датчика температуры, шкала датчика давления.

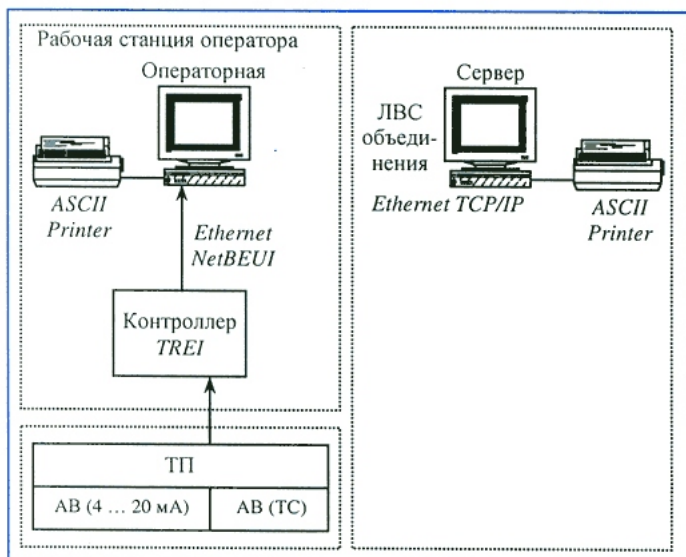


Рис. 1. Структурная схема АИИС: АВ – аналоговый ввод; ТС – термометр сопротивления с градуировкой 50П

Также, отдел АИИС *Управление Главного Метролога* для вычисления расхода предоставляет следующие данные по СУ:

- максимальный расход при верхнем пределе перепада давления;
- диаметр СУ при стандартных условиях;
- диаметр трубопровода при стандартных условиях;
- коэффициент шероховатости трубопровода;
- рабочее давление;
- рабочая температура;
- перепад давления на СУ;
- рабочий диапазон перепада давления;
- число Рейнольдса при максимальном измеренном расходе;
- барометрическое давление;
- радиус закругления входной кромки диафрагмы.

Необходимо иметь данные по методу отбора давления на диафрагме, марку стали СУ и трубопровода.

Для расчета расходов на узлах, где не требуется высокой точности измерений, целесообразно использовать упрощенные формулы определения расхода, что снизит нагрузку на контроллер. Данная формула для входных аналоговых сигналов 4...20 мА имеет вид:

$$G = G_{\max} \sqrt{\frac{G_{\text{тек}} - 4}{16}},$$

где:  $G_{\text{тек}}$  – рассчитанное значение расхода, т.е. входной код АЦП контроллера по данному каналу, преобразованный в физический сигнал (текущее, мА);  $G_{\max}$  – максимальный расход по данной позиции измерения расхода (максимум шкалы).

Формула расчета действительного массового расхода щелевым датчиком имеет вид:

$$G = 3600 K \rho_{\text{ру}} \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho_{\text{ру}}}}, \quad \text{м}^3 / \text{ч},$$

где  $K$  – коэффициент расхода ( $K = 0,7$ );  $\rho_{\text{ру}}$  – плотность в рабочих условиях,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $D$  – диаметр трубопровода при 20 °С, м;  $\Delta P$  – перепад давления,  $\text{кгс}/\text{м}^2$ .

В качестве датчиков температуры используются термометры сопротивления типа *ТСП 50П*. Применяется трехпроводная схема соединения. Датчики имеют нелинейную характеристику на всем диапазоне измерения. В результате, необходимо производить линейризацию статической характеристики датчика. Формула определения действительного значения температуры датчиком *ТСП 50П* в диапазоне температур от 0 до 300 °С имеет вид:

$$t = t_{\text{тек}} 5,46 \sqrt{1 - \frac{(t_{\text{тек}} - 50) 8,5}{t_{\text{тек}}^2}} - 273,$$

где  $t_{\text{тек}}$  – текущее значение температуры, °С.

Анализ поставленной задачи обозначил функции, которые должна была выполнять АИИС, а также конфигурацию контроллера и количество точек исполнительного модуля.

### Функции системы

Функции, выполняемые АИИС, разделены на две категории: *автоматические* и *автоматизированные*.

В *автоматическом режиме* выполняются следующие функции:

- периодический опрос, первичная обработка сигналов датчиков, подключенных к промышленному контроллеру *TREI-5b-02 Multi*, и расчет значений параметров в физических единицах;
- расчет значений массовых и объемных расходов контролируемых продуктов по *ГОСТ 8.567.1,2-97*;
- расчет расхода факельных сбросов с использованием щелевого датчика;
- расчет среднечасовых значений параметров, суммирование расходов за час, сутки, месяц;
- формирование отчетного документа по данным прошлых суток;
- архивирование информации по текущим и итоговым показателям.

В автоматизированном режиме, т.е. с участием человека, выполняются следующие функции:

- отображение оперативной и архивной информации;
- вывод отчетных документов на печать.

В качестве программного продукта использовалась среда *TRACE MODE 5* московской фирмы *Ad Astra*. Приобретен был один пакет ПО *TRACE MODE 5* на 128 точек ввода/вывода, в состав которого входили: инструментальная система и монитор *PB*.

В процессе разработки системы выявились преимущества используемой *SCADA* системы.

Одной из важных особенностей системы *TRACE MODE* является возможность единого программирования как контроллеров, так и операторских станций, для чего имеется встроенная поддержка многих контроллеров известных фирм. Это значительно сокращает время разработки управляющей программы. Кроме того, механизм автопостроения проекта, имеющийся в системе *TRACE MODE*, также способствует быстрому и качественному программированию.

Информационные потоки в *TRACE MODE* настраиваются с помощью каналов. Тип, подтип и другие характеристики каналов определяют источники или приемники данных (контроллеры, платы *УСО*, удаленные узлы, системные переменные и пр.).

В каналах предусмотрена первичная и выходная обработка данных. Все остальные задачи по обработке данных и управлению разрабатываются в виде отдельных программ. Для этого предусмотрены два языка: *Техно-FBD* и *Техно-IL*. Они реализуют стандарт *МЭК-1131* и имеют большое количество дополнительных функций.

Язык *Техно-FBD* – визуальный язык программирования алгоритмов, предназначен для разработки алгоритмов в виде диаграмм функциональных блоков. Созданные на нем программы могут вызываться из процедур каналов.

Программы на *Техно-IL* записываются в виде последовательности инструкций. Этот язык позволяет программировать функциональные блоки для языка *Техно-FBD* и создавать метапрограммы, которые запускаются параллельно с пересчетом базы каналов.

Таким образом, все формулы вычисления расхода можно заложить в контроллер. Сами программы легко читаются и очень удобны при тестировании.

В процессе разработки системы выявились проблемы интеграции контроллера *TREI* с программным про-

дуктом *TRACE MODE*. Как было описано выше, программный продукт *TRACE MODE* поддерживает контроллеры *TREI*. Это означает, что управление задачами сбора данных и управления в контроллере, осуществляется программой микро-монитора *PB* (далее микро-*MPB*). При помощи микро-*MPB* контроллер опрашивает каналы и преобразует их значения в соответствующий код АЦП. Код АЦП имеет формат 16-разрядного числа со знаком, т.е. лежит в диапазоне  $-32767...+32767$ . Проблема заключается в том, что *TRACE MODE* – это 32-разрядная система, которая использует для обработки число, лежащее в диапазоне  $0...65535$ , т.е. 16-разрядное число без знака. В результате, для всех каналов сначала происходит преобразование кода АЦП в 16-разрядное число без знака, а только затем – расчет по формулам.

Коммерческий учет потоков требует максимальной сохранности данных. В результате, все вычисляемые переменные разделены на переменные, вычисляемые в контроллере, и переменные, вычисляемые на станции оператора.

На нижнем уровне производится расчет текущих значений по формулам, приведенным выше, которые по сети *Ethernet* и протоколу *NetBEUI* передаются на верхний уровень для дальнейшей обработки.

На верхнем уровне по каждому параметру формируются следующие значения: трехминутные, среднечасовые, среднесуточные, сумма с начала суток, сумма за прошлые сутки, сумма с начала месяца.

Между собой программы общаются с помощью глобальных переменных, а также посредством отдельных, специально созданных каналов. Кроме того, с помощью глобальных переменных решена проблема сохранности информации в случае сбоя системы. Глобальные переменные во время работы системы записываются в файл, который содержит информацию о последнем состоянии системы. В результате, при старте сначала происходит считывание последнего состояния из файла, а только затем система берет для расчета текущие значения.

Рассчитанные значения и глобальные переменные отображаются в формах отображения и графиках, архивируются и выводятся на печать. Также, по запросу, передаются по *OPC* в *ЛВС* объединения.

На рис. 2 представлена форма отображения, выводимая на станцию оператора.

11:28:25		ТАБЛИЦА ТЕКУЩИХ ЗНАЧЕНИЙ					Страна
№	Именованная параметра	Позиция	Единиц	Текущее значение	Среднее за прошлый час	Среднее за текущий час	Сумма с начала суток
1	Расход БИФ и ИИФ	FT-507	т/ч	21,07	21,05	21,05	223,70
2	Плотность БИФ и ИИФ	DT-507	кг/л	0,579			
3	Расход изобутилена	FT-521	т/ч	8,54	8,19	8,29	92,95
4	Плотность изобутилена	DT-521	кг/л	0,541			
5	Расход ББФ	FT-543	т/ч	12,56	12,54	12,39	132,08
6	Плотность ББФ	DT-543	кг/л	0,572			
7	Расход пара на вводе в цех	FT-501	т/ч	45,13	45,15	45,42	487,53
8	Давление пара на вводе в цех	PT-629	МПа	1,19	1,18	1,17	
9	Температура пара на вводе в цех	TE-701-1	°C	223,68	223,75	223,63	
10	Расход конденсата на ТЭЦ	FT-510	т/ч	38,46	34,57	35,00	351,64
11	Расход азота 6 атм. в цех	FT-504	м³/ч	0,00	36,91	0,00	580,28
12	Давление азота 6 атм. в цех	PT-802	МПа	0,30	0,31	0,30	
13	Расход воздуха технолог. в цех	FT-505	м³/ч	579,32	561,50	575,83	5952,88
14	Давление воздуха технолог. в цех	PT-803	МПа	0,73	0,73	0,73	
15	Расход воды на ДБ-11	FT-572	т/ч	1,91	2,05	2,03	22,37
16	Расход воды на гидратацию	FT-502	т/ч	674,40	676,74	674,13	7379,97
17	Расход конденсата в систему	FT-529	т/ч	15,64	15,15	15,72	186,79
18	Расход воздуха КИП	FT-506	м³/ч	368,35	370,31	369,49	3995,49
19	Давление воздуха КИП	PT-606	МПа	0,30	0,30	0,30	
20	Расход воды на ректификацию 1 ввода	FT-557-1	т/ч	198,56	202,02	270,94	705,20

Рис. 2. Форма отображения информации на станции оператора

При создании графических экранов использованы различные формы отображения *TRACE MODE*: динамический текст, гистограммы, архивные тренды, кнопки и т.д.

В системе предусмотрено формирование файла в формате текстового документа по данным за прошлые сутки. Файл содержит строки с указанием позиции, значения и времени этого значения. Далее этот файл обрабатывается в приложении *MS Excel*. Таким образом, реализован архив учета энергетических и материальных потоков.

Автоматизированная информационно-измерительная система учета энергетических и материальных потоков была разработана силами сектора АСУТП завода *БК*. С момента начала составления технического задания на программирование и изучения технической документации до сдачи системы заказчику прошел год, что не плохо, учитывая отсутствие опыта создания подобных систем. Это стало возможным благодаря квалифицированной и доброжелательной помощи фирмы *АдАстра*.

*Контактный телефон (8555) 37-99-28.*

---