

Методические указания к контрольной работе по  
дисциплине

**« Системотехника автоматизации  
производств нефтегазового комплекса»**

для студентов направления  
15.03.04

**«Автоматизация технологических процессов и  
производств»**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Применение микропроцессоров (МП) в современных цифровых устройствах управления или обработки информации в настоящее время стало обыденной реальностью.

Массовый выпуск микропроцессорных наборов больших интегральных схем (БИС) с широкими функциональными возможностями и низкой стоимостью обеспечил исключительные преимущества цифровым методам информации.

В рамках дисциплины “Системотехника автоматизации производств нефтегазового комплекса” данной задание является важным этапом в формировании у студентов навыков разработки аппаратных и программных средств микропроцессорных систем различного назначения.

Задания, предлагаемые в данной методической разработке, охватывают основные области применения систем сбора и обработки информации.

Вариант выбирается в соответствии с порядковым номером студента списке группы.

## 1 Задание

Разработать аппаратные средства микропроцессорной системы сбора и обработки информации.

Варианты заданий приведены в таблице 1.

Дискретные входы предназначены для измерения параметров сигналов, имеющих два уровня: лог. 0 и лог.1. Для этих сигналов задаются следующие характеристики.

1. Измеряемый параметр:

У – уровень;

ИУ – изменение уровня;

Д – длительность импульса;

Ч – частота;

П – период;

И – число импульсов.

2. Минимальное и максимальное значения измеряемого параметра.

Получение значений, выходящих за пределы заданного диапазона, должно рассматриваться, как неисправность датчика.

При определении изменения уровня в колонке «Мин.» указывается минимальное время, в течение которого уровень не может измениться, а в колонке «Макс.» - максимальное время, по истечении которого уровень должен измениться.

3. Время ожидания импульса (при измерении длительности). Если задано время ожидания, то отсутствие импульса в течение большего времени должно рассматриваться, как неисправность датчика.

Дискретные выходы предназначены для оперативного управления объектом в аварийной ситуации. Сигнал на каждом дискретном выходе зависит от значения измеряемого параметра на определенном (по выбору студента) аналоговом или дискретном входе. Если это значение на каком-либо входе превысит пороговый уровень, то на соответствующем выходе

должен сформироваться сигнал аварийного отключения объекта. Последующее включение объекта может осуществляться двумя способами:

- автоматически при уменьшении значения соответствующего параметра ниже порогового уровня;
- по команде с ЭВМ ВУ.

Перечисленные способы управления указаны в задании следующим образом:

А – автоматическое включение;

К – включение по команде.

При выполнении задания необходимо порог аварийного отключения принять равным 80% максимально возможного значения параметра, а порог последующего включения - 70% указанного значения.

Для передачи значений измеряемых параметров в ЭВМ ВУ и приема команд необходимо использовать последовательный интерфейс RS-232. В задании предлагается три варианта организации обмена данными между ЭВМ ВУ и контроллером:

ЗП – по команде с ЭВМ ВУ контроллер выдает значение определенного параметра (или группы параметров);

ЗМ – по команде с ЭВМ ВУ контроллер выдает значения всех измеряемых параметров и информацию о состоянии дискретных выходов;

ПП – контроллер непрерывно выдает информацию о значениях измеряемых параметров и своем состоянии, при этом обратная связь отсутствует.

Аналоговые входы предназначены для ввода аналоговых сигналов. Для этих входов в задании указаны следующие характеристики.

1. Вид передаточной характеристики датчика.

«1» - линейная:  $y = A \cdot x + B$

«2» - гиперболическая:  $y = A/x + B$

«3» - логарифмическая:  $y = A \cdot \ln(x) + B$

Для всех видов характеристики  $C \leq x \leq D$ .

Указанная характеристика связывает значение измеряемой величины, воздействующей на датчик ( $x$ ), и значение напряжения на выходе датчика ( $y$ ). При этом значения измеряемой величины выражены в условных единицах, а значения выходного напряжения – в милливольтках.

2. Значения коэффициентов  $A, B, C, D$ .

3. Относительная погрешность измерения.

4. Способ реализации АЦП:

$A$  - аппаратная реализация;

$ПА$  - программно-аппаратная реализация.

5. Способ задания линеаризующей функции:

$\Phi$  - аналитический;

$T$  - табличный.

Таблица 1 – Варианты задания

Вар	Аналоговые входы								Дискретные входы					Дискр. выходы		Связь с ЭВМ
	Число	Хар-ка	Параметры				Погр, %	АЦП	Число	Измер. парам	Мин.	Макс.	Т <sub>ож</sub> , мс.	Число	Упр-е	
			А	В	С	Д										
1	5	1Ф	160	-80	-2	3	0.5	А	4 1	У Д	- 50 мкс	- 2 мс	- -	2	А	ЗП
2	2 4	2Т 1Ф	-2000 100	-300 100	-10 -1	-5 1	1 0.5	ПА	2	И	-	60000	-	1	К	ЗП
3	2	3Ф	1800	-3600	8	10	0.5	А	2	П	100мкс	50мс	50	2	А	ПП
4	5 3	1Ф 3Ф	1.4 50	-11 -40	10 3	15 8	1 1	ПА	8 1	У И	- -	- 100000	- -	1	А	ЗМ
5	2 4	3Т 1Ф	1.4 50	-342 -20	2 -2	3 0	0.5 0.5	ПА	4	У Ч	- 1000Гц	- 9000Гц	- -	1	А	ЗМ
6	8	2Ф	100	30	-5	5	1	А	16 2	У И	- -	- 1 млн.	- -	2	К	ЗП
7	4 4	1Ф 3Т	-175 4.96	1350 -3.44	2 2	6 15	0.5 1	ПА	3 1	У Ч	- 10кГц	- 20кГц	- -	4	А	ПП
8	3 2	2Т 3Т	240 37.28	20 -21	-2 3	3 15	0.5 0.5	А	1	П	1 мс	100 мс	100	1	К	ЗП
9	12	3Ф	364	-152	2	6	0.5	ПА	4 1	У Д	- 1 мс	- 100 мс	- -	2	А	ПП
10	2 2	1 Ф 2 Ф	2.6 600	-11 400	5 1	10 3	1 1	А	5	Д	5 мс	100 мс	200	2	А	ЗМ
11	3 6	2Ф 3Ф	75 851	75 -1000	-1 5	3 8	0.5 0.5	ПА	20	ИУ	100 мс	-	-	6	А	ЗП
12	3	1Ф	-100	100	-3	3	0.5	А	16	П	3 мс	20 мс	20	3	К	ЗП
13	4 5	2Т 3Т	-320 -546	40 1500	-2 3	8 9	1 1	ПА	2	ИУ	10 мс	500мс	-	4	А	ПП
14	8	3Т	200	-638	2	15	0.5	А	8	Ч	10 кГц	100 кГц	-	8	А	ПП
15	7 8	1Ф 2Ф	7.5 -225	-12.5 725	3 1	7 9	1 0.5	ПА	2 3	У И	- -	- 50000	- -	8	К	ЗП
16	7	1Ф	230	-65	-1	4	1	ПА	2 2	У Д	- 30 мкс	- 4 мс	- -	3	А	ЗП
17	3 3	1Т 2Ф	-200 150	-250 80	-8 -2	-4 2	0.5 0.5	ПА	3	И	-	30000	-	1	К	ЗП
18	3	1Ф	1500	-2600	7	9	0.5	А	3	П	200мкс	100мс	50	2	А	ПП

Вар	Аналоговые входы								Дискретные входы					Дискр. выходы		Связь с ЭВМ
	Число	Хар-ка	Параметры				Погр, %	АЦП	Число	Измер. парам	Мин.	Макс.	Т <sub>ож</sub> , мс.	Число	Упр-е	
			А	В	С	Д										
19	6	3Ф	1.9	-21	20	5	1	ПА	5	У	-	-	-	2	А	ЗМ
	3	3Ф	50	-40	3	8	1		1	И	-	100000	-			
20	3	1Ф	2.2	-252	2	3	0.5	ПА	3	У	-	-	-	1	А	ЗМ
	5	3Т	50	-50	-2	1	0.5									
21	6	2Ф	200	10	-15	7	1	А	12	У	-	-	-	4	К	ЗП
									5	И	-	2 млн.	-			
22	3	1Ф	-125	1150	3	7	0.5	ПА	2	У	-	-	-	4	А	ПП
	5	3Т	2.96	-1.44	2	11	0.5		1	Ч	15кГц	12кГц	-			
23	4	2Т	240	10	-4	7	0.5	А	2	П	5 мс	1000	100	6	К	ЗП
	3	3Ф	17.58	-11	2	11	0.5					мс				
24	10	2Ф	140	-50	3	5	0.5	ПА	3	У	-	-	-	4	А	ПП
									2	Д	5 мс	500 мс	-			
25	7	1 Ф	1.6	-5	4	8	1	А	4	Д	15 мс	300 мс	500	3	А	ЗМ
	2	2 Ф	100	100	2	2	1									
26	1	2Ф	175	50	-3	5	0.5	ПА	15	ИУ	220 мс	-	-	7	А	ЗП
	7	3Ф	400	-100	6	7	0.5									
27	5	3Ф	-300	300	-2	7	0.5	А	11	П	5 мс	200 мс	20	5	К	ЗП

## 2 Описание функциональной схемы системы

Обобщенная функциональная схема системы сбора и обработки информации (ССОИ) представлена на рисунке 1.

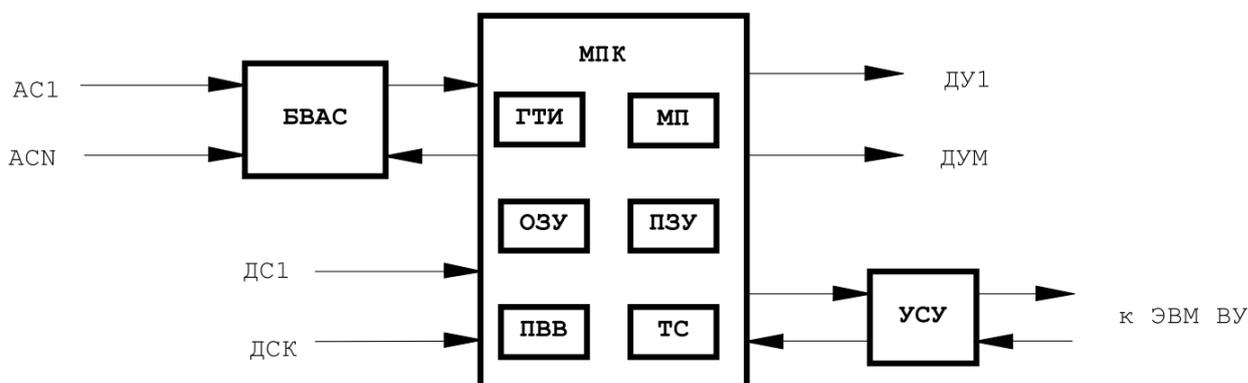


Рисунок 1 – Функциональная схема системы сбора и обработки информации

Она включает в себя следующие узлы:

**БВАС** – блок ввода аналоговых сигналов – предназначен для преобразования аналоговых сигналов AC1..ACN в цифровую форму, пригодную для ввода в МПК.

**МПК** – микропроцессорный контроллер, реализующий алгоритм сбора и обработки информации. В его состав входят микропроцессор МП, оперативное и постоянное запоминающие устройства (ОЗУ и ПЗУ), порты ввода – вывода ПВВ, таймеры – счетчики (ТС). Для синхронизации работы этих устройств предназначен генератор тактовых импульсов ГТИ. МПК управляет работой БВАС, осуществляет связь с ЭВМ верхнего уровня (ЭВМ ВУ) и, кроме того, измеряет значения параметров дискретных сигналов ДС1..ДСК и формирует сигналы дискретного управления ДУ1 ..ДУМ.

**УСУ** – устройство согласования уровней - предназначено для преобразования логических уровней 0, +5В в логические уровни интерфейса RS-232 (+12В, - 12В) и наоборот.

### 3 Разработка блока ввода аналоговых сигналов

Варианты структуры БВАС представлены на рисунке 2. В состав БВАС входят:

НУ – нормирующий усилитель – предназначен для усиления аналогового сигнала до уровня, требуемого для работы АЦП.

К – коммутатор – служит для выбора измеряемого сигнала. Номер входа коммутатора, который подключается к выходу, задается МПК.

УВХ – устройство выборки и хранения – предназначено для запоминания уровня сигнала на время его измерения.

АЦП – аналогово-цифровой преобразователь – служит для преобразования аналоговой величины в соответствующий цифровой код.

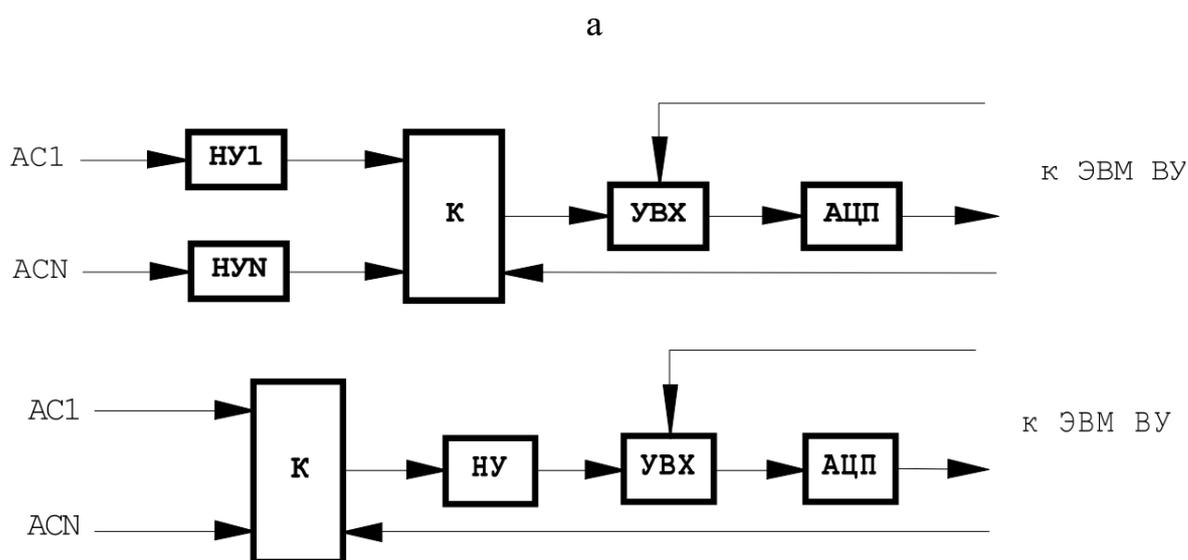


Рисунок 2 – Варианты структуры БВАС

На рисунке 2 а изображена схема, которая применяется при измерении сигналов, у которых граничные значения сильно отличаются друг от друга. При этом каждый сигнал усиливается отдельным НУ с соответствующим коэффициентом усиления.

Схема, приведенная на рисунке 2 б, может использоваться для измерения уровней однотипных сигналов (например, с одинаковых датчиков). В этом случае вместо нескольких НУ с одинаковым

коэффициентом усиления используется один, включенный после коммутатора. Однако, при использовании такой схемы необходимо принимать во внимание возможную инерционность НУ (особенно, если он выполняет и функции фильтра) и не измерять уровень сигнала сразу после переключения входов коммутатора.

В качестве коммутатора можно использовать ИМС серий К590, К591. НУ рекомендуется выполнять на основе операционного усилителя. УВХ может быть построено как на основе дискретных элементов, так и с помощью микросхем УВХ (например, серии К1100).

При выборе АЦП основной характеристикой является разрядность. Необходимое число разрядов  $N$  выбирается, исходя из заданной относительной погрешности измерения, в соответствии с выражением:

$$S \leq \frac{1}{2^n - 1}$$

где  $S$  - относительная погрешность измерения.

В случае аппаратной реализации АЦП можно применить ИМС АЦП серий К572, К1113 и др.

При программно - аппаратной реализации можно построить АЦП по схеме, приведенной на рисунке 3. При этом МПК выдает код для ЦАП. Полученное напряжение сравнивается с измеряемым, и результат сравнения анализируется МПК. В этом случае рекомендуется применять алгоритм поразрядного приближения. В качестве ЦАП целесообразно использовать ИМС серии К572.

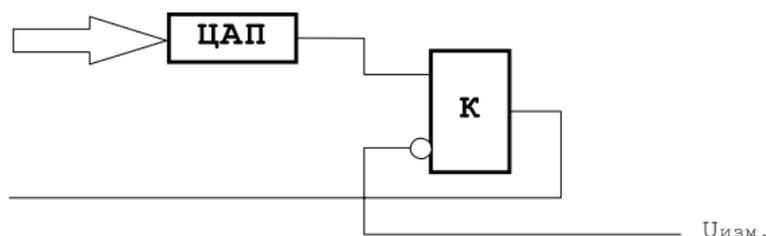


Рисунок 3 – Программно-аппаратная реализация АЦП

#### **4 Разработка устройства согласования уровней.**

При реализации связи с ЭВМ ВУ с помощью интерфейса RS-232 УСУ можно построить на основе микросхем серии K170, или на дискретных элементах. В случае использования ИРПС УСУ должно обеспечить гальваническую развязку с линией связи. Для этой цели можно использовать оптопары (например, серии K293).

#### **5 Разработка микропроцессорного контроллера.**

При разработке МПК необходимо прежде всего определить число его дискретных входов и выходов, т.е. подсчитать все сигналы, которые вводятся в МПК и выводятся из него. После этого необходимо проанализировать способ обработки дискретных сигналов и выбрать устройства для их ввода. Сигналы с АЦП можно вводить с помощью любого устройства для параллельного ввода (K580BB55, буферные элементы, регистры, встроенные порты однокристалльных микроконтроллеров). Это же справедливо для дискретных входов ССОИ, если измеряемым параметром является уровень или изменение уровня. В случае измерения временных параметров сигнала (частота, период, длительность) целесообразно подавать их на вход таймера. Для организации связи с ЭВМ ВУ можно использовать БИС K580BB51 или встроенный последовательный порт ОМК K1816BE51. Возможна также чисто программная реализация алгоритма последовательного обмена. Все сигналы управления могут формироваться с помощью любого устройства параллельного вывода.

Следующим этапом разработки МПК является выбор объема ОЗУ и ПЗУ Строгих правил на этот счет не существует, однако, при выборе объема ОЗУ можно проанализировать количество и форму представления данных, которые будут там храниться. Как правило, этими данными являются

результаты измерения и промежуточные величины при разного рода вычислениях. Кроме того, в ОЗУ располагается стек.

Определить объем ПЗУ, не имея программы, можно лишь на основании опыта разработки подобных систем. Поэтому рекомендуется выбрать ОЗУ объемом 64..256 байт и ПЗУ 2..4 К байт, а затем, после разработки программного обеспечения, при необходимости скорректировать эти величины.

Так как в данном случае к быстройдействию ССОИ особых требований не предъявляется, основными факторами при выборе микропроцессора являются надежность, потребляемая мощность, удобство подключения внешних устройств, соответствие системы команд решаемой задаче. С этой точки зрения наиболее подходящими являются однокристалльные микроконтроллеры (ОМК) K1816BE48, K1816BE51.