

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**МОРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени адмирала Г.И. НЕВЕЛЬСКОГО**

Кафедра ЭАСЭУ

**ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ И АЛГОРИТМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Методическое пособие

Составил Чемодаков А. Л.

Владивосток
2008

Позиция № 219
в плане издания
учебной литературы
МГУ на 2008 г.

Рецензент зав. кафедрой АИС МГУ, к. т. н. Глушков С. В.

Чемодаков Андрей Леонидович

Описание структуры и алгоритмов функционирования
информационно-измерительных систем

Методическое пособие

Печатается в авторской редакции

1,2 уч.-изд. л.
Тираж 100

Формат 60×84 1/16
Заказ №

Отпечатано в типографии ИПК МГУ им. адм. Г. И. Невельского
690059, Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а

1. Основные определения

Работа любого судового технического оборудования (элемента) СЭУ определяется протекающим в нем технологическим или рабочим процессом, который характеризуется совокупностью физических параметров, называемыми показателями (параметрами) процесса.

Надежная и экономичная работа СЭУ возможна лишь при нормальном протекании рабочего процесса, которое возможно лишь при определенных значениях показателя процесса.

Поэтому при эксплуатации СЭУ возникает задача контроля значений показателей процесса. Для своевременной корректировки процесса контроль сводится к получению (путем измерения) и обработке информации о состоянии объекта и внешних условий.

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств. При этом получается численное отношение между измеренной величиной и некоторым ее значением, принятым за единицу сравнения.

Под **контролем** понимается установление соответствия между состоянием объекта контроля и заданной нормой. В результате контроля выдается суждение о состоянии объекта контроля.

Первоначально измерение выполняется с помощью технических средств, а контроль оператором, сравнивавшим измеренные значения параметров с уставками и принимавшим на основании этого сравнения определенные решения.

Усложнение и увеличение числа элементов СЭУ, увеличение скорости протекания рабочих процессов увеличило и количество измерительной информации. Человеку в силу физиологических ограничений стало невозможно быстро обрабатывать такой поток информации. Появилась проблема создания новых средств, способных разгрузить человека от необходимости сбора и обработки интенсивных потоков измерительной информации. Решением этой проблемы привело к появлению **информационно-измерительных систем (ИИС)**.

Под **ИИС** понимаются системы, предназначенные для автоматического получения количественной информации непосредственно от объекта, путем процедур измерения и контроля, обработки этой информации и выдачи ее в виде совокупности чисел, высказываний, графиков, отражающих состояние данного объекта.

Информация, полученная на выходе ИИС, используется для выработки решения либо оператором, либо системой автоматического управления. Т. е. использование информации не входит в функции ИИС.

По ГОСТ 8.437– 81:

ИИС – совокупность функционально объединенных измерительных, вычислительных и других вспомогательных технических средств для получения измерительной информации, ее преобразования, обработки в целях представления потребителю (в том числе ввода в АСУ) в требуемом виде либо автоматического осуществления логических функций контроля диагностики, идентификации.

Таким образом, в состав ИИС входят измерительные системы, системы контроля, диагностики, идентификации.

Измерительные системы обеспечивают оператора необходимой измерительной информацией о состоянии объекта. Некоторые ИС способны выполнять математическую обработку измерительной информации. Часто вывод информации предусматривается как на цифровую регистрацию, так и на ЭВМ.

Системы автоматического контроля предназначены для сравнения измерительных параметров, характеризующий контролируемый объект со значениями этих параметров (уставками), принятые за нормальные или допустимые. Часто такие системы называют системами централизованного контроля. Информация, выдаваемая системой носит качественный характер и отвечает на вопрос находится ли объект в заданном режиме либо вышел за пределы допустимых значений.

Системы технической диагностики на основании результатов измерений выдают обобщенные суждения о состоянии объекта, характере неисправностей и способе их устранения. Это разделение весьма условное. Большинство систем могут одновременно выполнять функции измерения и контроля, измерения и диагностики.

Первые ИИС появились в 60-х годах. Системы первого поколения характеризовались централизованным циклическим получением измерительной информации и обработке ее в основном с помощью входящих в состав ИИС специализированных вычислительных машин, выполненных на базе полупроводниковой техники. По мере развития ЭВМ появились системы, использующие для обработки информации и управления системой ЭВМ. В таких системах использовалась схема централизованного сбора и обработки информации с учетом приоритетов, передача информации осуществлялась с разделением сигналов по времени, отображение информации производилось на центральном пульте. Недостатки таких систем: их надежность определяется надежностью центральных ЭВМ, программное обеспечение имеет большую сложность, требуется большое количество линий связи в составе ввода информации в ЭВМ.

2. Информационные характеристики ИИС

2.1 Количество информации

Целью измерения и контроля является получение информации о состоянии контролируемого объекта и его параметрах.

Информация подобно материи и энергии существует объективно, независимо от сознания человека. Первоначально под информацией понимали сведения, передаваемые одними людьми другим людям устным, письменным или каким-либо иным способом. Однако в середине 20 века в связи с бурным развитием науки и техники возникла потребность в научном подходе к информации, выявлении ее наиболее характерных свойств, что привело к двум принципиальным изменениям в трактовке понятия информации. Во-первых, оно было расширено и включило обмен сведениями не только между человеком и человеком, но также между человеком и автоматом, автоматом и автоматом, обмен сигналами в растительном и животном мире. Передачу признаков от клетки к клетке, от организма к организму также стали рассматривать как передачу информации (генетическая информация). Во-вторых, была предложена количественная мера информации (работы К. Шеннона, А.Н. Колмогорова и других), что привело к созданию **теории информации**. Теория информации – это математическая дисциплина, исследующая процессы хранения, преобразования и передачи информации.

Информация, получаемая в процессе измерений, называется **измерительной информацией**. Измерительная информация является количественной информацией и служит для оценки количественных данных об исследуемых объектах или явлениях независимо от их природы, получаемых потребителем опытным путем с помощью средств измерительной техники. Количественная информация может рассматриваться только в цепи: исследуемый объект – средство измерения – потребитель.

Для характеристики количественной информации используют логарифмическую меру (меру Хартли):

$$I = \log_a N, \quad (2.1)$$

где I – количество информации, полученной в результате одного отсчета;

N – число возможных различных результатов измерения данным средством измерения;

a – число, определяющее единицу количества информации; при $a = 2$ единица количества информации называется *бит*.

1 бит информации содержится в одном разряде двоичного числа.

Действительно, один разряд может принимать одно из двух значений : 0 и 1, т. е. $N = 2$. Тогда $I = \log_2 2 = 1$ бит.

Формула Хартли справедлива только тогда, когда каждое из N сообщений появляется с равной вероятностью. Дело в том, что информацию несет только сообщение, заранее не известное приемнику этого сообщения. Количество информации в достоверном (т. е. в заранее известном сообщении), равно нулю.

В общем случае количество информации, содержащейся в одном сообщении, зависит от вероятности появления этого сообщения:

$$I_i = \log_2 (1/ p_i) \text{ [бит]} \quad (2.2)$$

где p_i – вероятность появления i – го сообщения.

Из приведенной формулы видно, что чем менее вероятно полученное сообщение, тем больше информации оно несет. Если закон распределения значений измеряемого параметра (в диапазоне изменения этого параметра) не является равновероятным, получаемые в процессе измерений результаты будут нести различное количество информации.

2.2 Энтропия

2.2.1 Энтропия источника дискретных сообщений

Для информационной оценки системы “исследуемый объект – средство измерения” в теории информации введено понятие *энтропии*. Энтропия – это среднее количество информации, приходящейся на одно сообщение.

Для получения формулы, позволяющей определить энтропию, рассмотрим источник информации, который может выдавать N независимых дискретных сообщений с вероятностями $p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_N$. Рассмотрим длинную последовательность из m сообщений ($m \gg N$). В соответствии с теорией вероятности каждое i – тое сообщение появится в такой последовательности $m \cdot p_i$ раз. С учетом того, что каждое i – тое сообщение несет информацию $I_{1i} = \log_2 1/p_i = - \log_2 p_i$, все полученные i –тые сообщения дадут информацию $I_{mi} = - m \cdot p_i \cdot \log_2 p_i$. Общая информация от всех m сообщений будет равна $I_m = - m \cdot \sum p_i \cdot \log_2 p_i$. Среднее количество информации, приходящееся на одно сообщение, т. е. энтропия источника, будет:

$$H = I_m / m = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i \text{ [бит]} \quad (2.3)$$

Эта формула получила название формулы Шеннона.

Нетрудно убедиться, что при всех равновероятных сообщениях ($p_1 = p_2 = \dots = p_N$) эта формула выльется в формулу Хартли :

$$H = \log_2 N \quad (2.4)$$

2.2.2 Энтропия источника непрерывных сообщений

Контролируемая в процессе измерения физическая величина представляет собой, как правило, непрерывный случайный процесс, характеризуемый законом распределения вероятностей $F(X)$ или плотностью вероятности $\varphi(X)$.

Для оценки энтропии системы “источник сигнала-аналога контролируемого параметра – средство измерения” необходимо учесть разрешающую способность прибора Δx . В этом случае система может рассматриваться как дискретная с интервалом разбиения диапазона измерения $X_{\max} - X_{\min}$ на дискретные отрезки, равные Δx . Обозначив через α_i и β_i границы i – того участка разбиения (рисунок 1), можно определить вероятность попадания значения контролируемого параметра в этот интервал:

$$p(\alpha_i < x < \beta_i) = \int_{\alpha_i}^{\beta_i} \varphi(x) dx \quad (2.5)$$

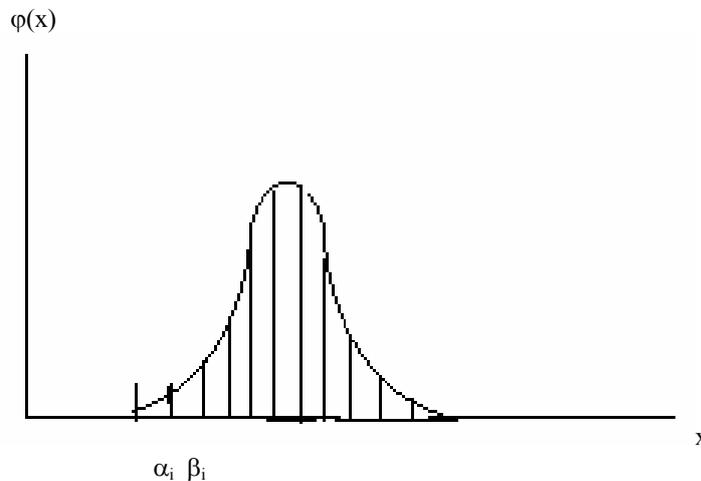


Рисунок 1

Определив вероятности попадания значений параметра во все интервалы разбиения, по формуле Шеннона (2.3) можно получить оценку энтропии и в этом случае.

2.2.3 Свойства энтропии

1. Энтропия источника информации максимальна, если все поступающие с него сообщения (выходы источника) равновероятны.
2. Энтропия уменьшается, если имеется зависимость между выходами.

2.2.4 Энтропия объединения

Энтропия системы $H(X, Y, \dots)$, состоящей из нескольких подсистем, имеющих энтропии $H(X)$, $H(Y)$, ..., равна сумме энтропий, если сообщения подсистем не зависят друг от друга. Если имеется зависимость, то общая энтропия меньше суммы энтропий подсистем:

$$H(X, Y, \dots) \leq H(X) + H(Y) + \dots \quad (2.6)$$

2.3 Информационная избыточность

Информационная избыточность проявляется в том, что информационное содержание сообщений оказывается меньше, чем это позволяют средства представления этих сообщений.

Информационная избыточность может быть обусловлена следующими факторами.

1. Избыточное число элементов дискретных сигналов по сравнению с необходимым для представления данных сообщений.

Пример. Для передачи текста используется 8-разрядный двоичный код. Количество различных символов, используемых в тексте – 53: 33 буквы, 10 десятичных цифр и 10 вспомогательных знаков (знаки препинания, скобки, кавычки). Для кодирования всех символов достаточно 6 разрядов кода ($2^6 = 64$). 2 разряда являются лишними. Они и образуют избыточность.

2. Неравновероятность появления отдельных сообщений. Согласно первому свойству энтропии она при этом уменьшается.

Пример. Пусть источник выдает 4 различных сообщения. Если сообщения равновероятны, энтропия (см. формулу Хартли) составит 2 бита. При различных вероятностях сообщений, например, $1/2$, $1/4$, $1/8$, $1/8$, энтропия составит $1\frac{3}{4}$ бит.

3. Наличие взаимной связи между сообщениями. Это согласно второму свойству энтропии также уменьшает энтропию сообщений.

Информационная избыточность оценивается выражением:

$$R = (I_{\max} - I) / I_{\max} = 1 - I / I_{\max} \quad (3.7)$$

где I_{\max} – максимально возможное значение энтропии для принятых средств представления сообщений

I – действительное значение энтропии

Для примера по п.1 избыточность составит:

$$R = 1 - \log_2 53 / 8 = 1 - 5,728 / 8 = 0,284$$

Для примера по п.2 избыточность составит:

$$R = 1 - 1^{3/4} / 2 = 0,125$$

2.4 Поток информации

Поток информации – это среднее количество информации, выдаваемое источником в единицу времени:

$$\Phi = I / T = H / t_1 \quad [\text{бит/с}] \quad (2.8)$$

где H – энтропия источника

t_1 – время выдачи источником одного сообщения

2.5 Пропускная способность информационного канала

Информационный канал – это любая система, по которой передается информация. Информационными каналами являются, например, линии связи, измерительный прибор, включая датчик и средства отображения информации, человек в системе управления и др.

Пропускная способность – это максимальная скорость, с которой канал может передавать информацию:

$$C = (I / T)_{\max} = I_{\max} / T \quad [\text{бит/с}] \quad (2.9)$$

Если за время T канал может передать m сообщений, причем передача каждого сообщения происходит за время t_1 , то формулу (2.9) можно представить в виде:

$$C = m * H_{\max} / (m * t_1) = H_{\max} / t_1 \quad (2.10)$$

где H_{\max} – максимальная энтропия, которой могут обладать средства представления сообщений (определяется по формуле Хартли).

При передаче сообщений двоичным кодом можно записать:

$$C = N_{\max} / (n * \tau) = n / (n * \tau) = 1 / \tau \quad [\text{бит/с}] \quad (2.11)$$

где n – число разрядов кодовой комбинации

τ – время передачи одного разряда кода

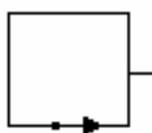
N_{\max} – энтропия кода (равна числу разрядов в кодовой комбинации).

3. Описание структуры и алгоритмов информационно-измерительных систем

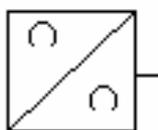
Под информационно-измерительными системами (ИИС) понимаются системы, предназначенные для автоматического получения количественной информации непосредственно от объекта путем процедур измерения и контроля, обработки этой информации и выдачи ее в виде совокупности именованных чисел, высказываний, графиков и т.д., отражающих состояние данного объекта.

3.1 Структурные схемы информационно-измерительных систем

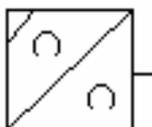
Для описания ИИС, объяснения состава функциональных частей и элементов, их назначения и взаимосвязи в системе применяются структурные схемы. Используются следующие обозначения функциональных блоков:



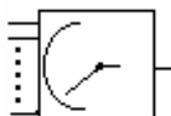
– первичный преобразователь (датчик), $I(x_0/x_i)$



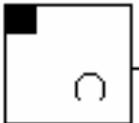
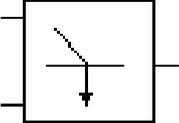
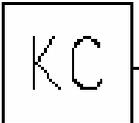
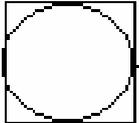
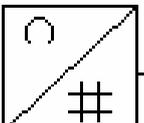
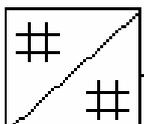
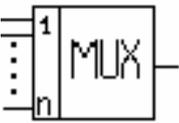
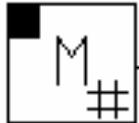
– аналоговый преобразователь, $I(x_0/x_{i+1})$

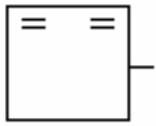


– нормирующий аналоговый преобразователь, $I(x_i/x_n)$

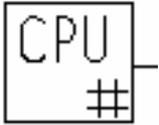


– аналоговый коммутатор, $I(X/x_i)$

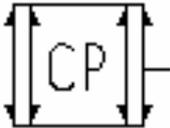
- 
– аналоговое запоминающее устройство, $I(S:x)$
- 
– аналоговое устройство сравнения, $I(CR:x_i,c)$
- 
– аналоговое вычислительное устройство, $I(F:x)$
- 
– аналоговый канал связи, $I(x)$
- 
– регистрирующий прибор, $I(W:x)$
- 
– показывающий прибор, $I(R:x)$
- 
– аналого-цифровой преобразователь (АЦП), $I(x/z)$
- 
– преобразователь кодов, $I(z_1/z_2)$
- 
– цифровой коммутатор (мультиплексор), $I(Z:z_i)$
- 
– цифровое запоминающее устройство, $I(S:z)$



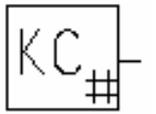
– цифровое устройство сравнения, $I(CR: z_i, D_c)$



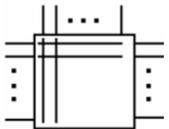
– цифровое вычислительное устройство, $I(F:z)$



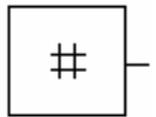
– ЭВМ, $I(CP:z)$



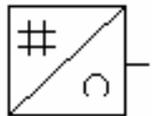
– цифровой канал связи, $I(z)$



– устройство управления



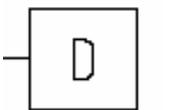
– цифровое регистрирующее устройство, $I(W:z)$



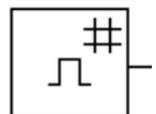
– цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), $I(z/x)$



– накопитель на магнитных дисках, $I(S:z)$



– дисплей, $I(R:x,z)$



– генератор кодоимпульсных сигналов



Рассмотрим обобщенную структурную схему ИИС (рисунок 2). Здесь показано множество датчиков 1, размещенных постоянно в определенных точках или перемещаемых в пространстве (сканирующего типа). Множество аналоговых устройств 2, аналого-цифровые преобразователи 3, цифровая часть 4 и устройства представления информации 5. Элементы системы соединяются между собой через стандартные интерфейсные устройства (на схеме не показаны), которые служат для приема командных сигналов и управления обменом информацией.

Управляющее устройство 6 принимает информацию от функциональных блоков, формирует командную информацию для управления работой элементов ИИС, подает команды на исполнительные устройства.

Следует отметить, что ЭВМ может взять на себя ряд операций, выполняемых в представленных блоках, а также функции управляющего устройства.

Реальные ИИС не требуют наличия всех указанных устройств. Структура их определяется требуемыми функциями ИИС.

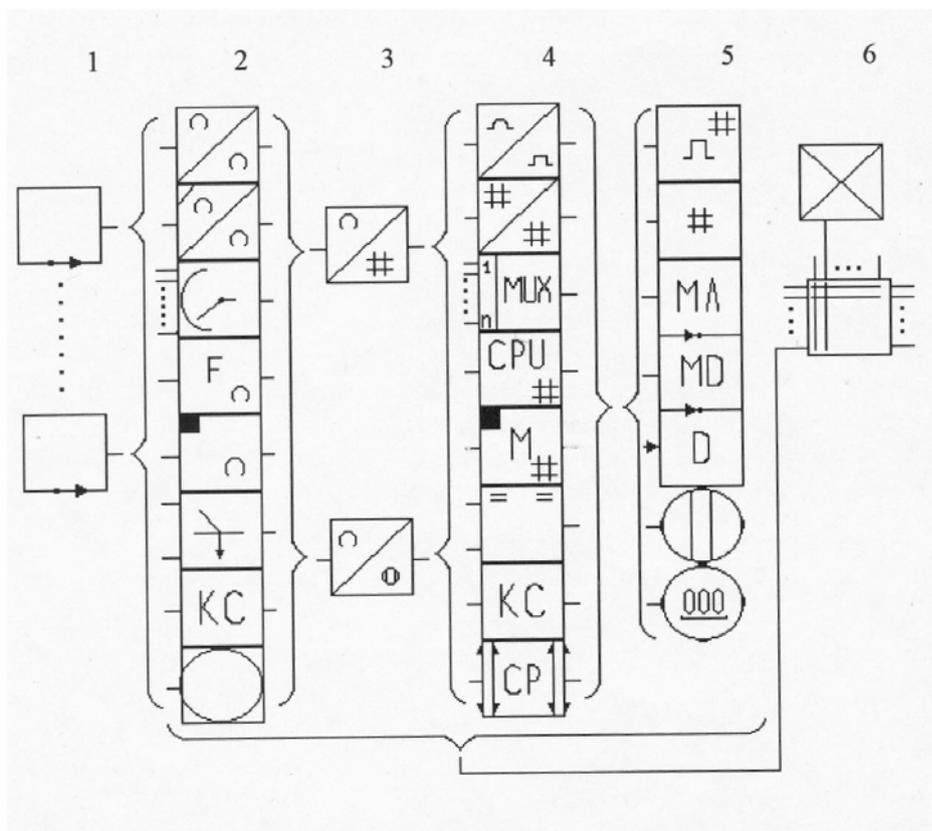


Рисунок 2

3.2 Описание алгоритма функционирования ИИС

Описание принципа и последовательности действия измерительных систем можно производить словесно, на естественном языке. Однако для сложных систем такое описание становится очень громоздким. Поэтому чаще всего используют специальные символы и обозначения. Алгоритм, записанный такими символами, отличается компактностью, возможностью представления с определенной степенью детализации.

Широко распространен способ формального описания работы информационно-измерительных систем с использованием *содержательных*

логических схем алгоритмов (СЛСА).

В СЛСА объединяются операторы, определяющие обмен информационными и служебными сигналами между функциональными блоками системы, а также преобразования этих сигналов. Операторы в алгоритме размещаются в строке слева направо и отделяются друг от друга интервалами. В сложных алгоритмах выделяются группы связанных между собой операторов.

Обозначения информационных преобразований в СЛСА выполняются буквами латинского алфавита, а служебной информации – греческого. Аналоговый сигнал обозначается буквой x , множество таких сигналов – X , цифровой – z , множество цифровых сигналов – Z . Цифровое выражение аналоговой величины представляется в виде Dx .

Функциональные операторы получения, преобразования, передачи, выдачи измерительной информации обозначаются $I()$, команды управления – $\Phi()$. В скобках дается конкретное содержание таких операторов. Для этого используют следующие обозначения:

- S – хранение информации (storage);
- R – выдача, чтение информации (read);
- W – запись, регистрация информации (write);
- F – обработка информации (function);
- CP – вычисления (compute);
- CR – сравнение (comparison);
- CH – контроль (checking).

Обозначения операторов с перечисленными преобразованиями над X и Z имеют вид:

- $I(S:X)$ – сохранение множества аналоговых сигналов;
- $I(S:Z)$ – сохранение множества цифровых сигналов;
- $I(R:X)$ – считывание множества аналоговых сигналов;
- $I(R:Z)$ – считывание множества цифровых сигналов;
- $I(W:X)$ – запись множества аналоговых сигналов;
- $I(W:Z)$ – запись множества цифровых сигналов;
- $I(F:X)$ – обработка множества аналоговых сигналов;
- $I(CP:Z)$ – математическая обработка множества цифровых сигналов;
- $I(CR: x_i, x_j)$ – сравнение аналоговых сигналов x_i и x_j между собой;
- $I(CR: z_i, z_j)$ – сравнение цифровых сигналов z_i и z_j между собой;
- $I(CH:x)$ – контроль величины сигнала x .

Передача аналоговых и цифровых величин обозначается как $I(x)$, $I(z)$, $I(X)$, $I(Z)$. Преобразование сигналов записывается с указанием входных и выходных величин, разделенных наклонной чертой:

- $I(x/z)$ – преобразование аналоговой величины в цифровую;

$I(z/x)$ – преобразование цифрового сигнала в аналоговый;
 $I(F:x/z)$ – программное преобразование аналоговой величины в цифровую,
 $I(z_1/z_2)$ – преобразование кодов.

Пример записи алгоритма:

$I_1(X) I_2(X/Z) I_3(Z) I_4(CP:Z) I_5(W:Z) I_6(S:Z)$.

Кроме буквенных обозначений в СЛСА используют символы:

\parallel – параллельное выполнение операторов (операция *и*);

$|$ – выполнение одного из операторов (операция *или*);

\times – знак переноса.

Варианты СЛСА одной и той же ИИС могут различаться степенью детализации (от объединения сложных преобразований до совокупности простых операций). Часто повторяющуюся последовательность операторов может быть обозначена одним оператором, который и будет использоваться в дальнейшем вместо этой последовательности.

Пример:

$\langle I_4 \rangle := I_1, I_2, I_3$

Пример алгоритма простой одноканальной измерительной системы:

$X: I(X_0) I(X_0/Z) I(Z) I(R:Z) I(W:Z) \parallel I(S:Z)$

Перенос выполнения алгоритма обозначается угловыми скобками $\langle \rangle$.
 Оператор условия обозначается – ω

Алгоритм с передачей управления при выполнении определенного условия записывается так:

$I_1() I_2() \parallel I_3() \omega() \parallel I_4()$

Запись показывает, что выполнение производится следующим образом: выполняется последовательно операторы I_1, I_2 , затем, если условие ω не выполняется – I_3 , если условие ω выполняется – I_4 .

Пример: алгоритм работы система контроля

$I(x) \parallel I(CR:x_i, c) I(S;x_i) \omega(x_i > c) \parallel I(W;x_i)$

Описана следующая последовательность действий: аналоговая величина x_i сравнивается с уставкой c , затем значение x_i записывается в память, проверяется условие ω , если $x_i > c$, то значение x_i выводится на печать. В противном случае x_i не печатается.

Командные операторы обозначаются – $\Phi()$, где в скобках записывается конкретная реализация оператора, и величины, используемые им.

Пример:

$\Phi(I=I+1)$ – команда: значение I увеличить на 1.

4. Задание для практических работ

1. Устройство сжатия информации

$$I(X) \llbracket I(X/x_i)I(x_i) \llbracket I(y_i)I((F:(x_i - y_i)=\Delta x)I(CR:\Delta x, \epsilon)\omega(\Delta x_i < \epsilon)) \rrbracket \times \\ \times I(x_i) \llbracket \Phi(y_i = x_i) \llbracket I(S:y_i) \rrbracket$$

2. Аналоговый канал контроля с двумя уставками (C_B и C_H):

$$\langle I(CH:X, \parallel C) \rangle := \{ [I(X_i \parallel C_H)I(CR:X_i, C_H)I(X_i < C_H)] \parallel \times \\ \times [I(X_i \parallel C_B)I(CR:X_i, C_B) \times \\ \times I(X_i > C_B)] \} I(F: X_i < C_B, X_i > C_H) \times \\ \times [\omega(C_H \leq X_i \leq C_B)I(R:X_i \in N)] \parallel \times \\ \times [\omega(X_i < C_H) \parallel X_i > C_B)I(R:X_i \in N)]$$

3. Аналоговый канал контроля:

$$\langle I(CH:X, C) \rangle := I(X_i) \llbracket \Phi(j:=j+1)I(C/C_j)I(CR:X_i, C_j)I(S:X < C_j) \times \\ \times \omega(j=m) \rrbracket I(F:X_i < C_1, C_2 \dots C_m)I(R:X_i \in (N \parallel N))$$

4. Цифровой канал контроля

$$\langle I(CH:DX \parallel DC) \rangle := I(X_i)I(X_i/Z_i) \{ I(Z_i \parallel DC_1)I(CR:Z_i, DC_1) \times \\ \times I(Z_i < DC_1) \parallel \dots \parallel \langle I_j \rangle \parallel \dots \parallel \} I(F:Z_i < DC_1, \dots DC_j) \times \\ \times I(Z_i, < DC_m) \omega(DC_j \leq Z_i < DC_{j+1})I(R:X_i \in N_j)$$

5. МЦК параллельно-последовательного контроля:

$$I(X_0/X_i)I[(C_H, \Delta C_1, \Delta C_2)/(C_{Hi}, \Delta C_{1i}, \Delta C_{2i})] \parallel \times \\ \times I[(X_i - C_{Hi}) = \Delta X_{Hi}]I(k(\Delta X_{Hi})I(CH:k(\Delta X_{Hi}), \Delta C_{1i}, \Delta C_{2i}) \times \\ \times \omega(X_{Hi} \in N)I(S:D_i) \parallel \times \\ \times \Phi(X_{Hi}/Z_i) I(R:DC_{Hi})I(X_{Hi})I(X_{Hi})I(X_{Hi}/Z_i)I(W:Z_i, N, T)$$

5. Рекомендуемая литература

1. Цапенко М. П. Измерительно-информационные системы.: М. Энергоиздат, 1985.
2. Харт Х. Введение в измерительную технику.: М. Мир, 1999.

Содержание

	Стр.
1. Основные определения	2
1. Основные определения	3
2. Информационные характеристики ИИС	5
2.1 Количество информации.....	5
2.2 Энтропия	6
2.3 Информационная избыточность.....	8
2.4 Поток информации	9
2.5 Пропускная способность информационного канала	9
3. Описание структуры и алгоритмов информационно-измерительных систем	10
3.1 Структурные схемы информационно-измерительных систем	10
3.2 Описание алгоритма функционирования ИИС	14
4. Задание для практических работ.....	17
5. Рекомендуемая литература.....	17