

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЦВМ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

При массовом производстве многих видов продукции, узким местом являются контрольные операции. Контролем изделий на каждом предприятии заняты сотни работников. Создается много различных устройств для автоматизации этих процессов, однако они, как правило, являются малоэффективными и в конечном итоге не внедряются на производстве. Причины этого кроются в том, что контроль изделий связан с выполнением большого количества логических и арифметических операций, осуществление которых оказывается под силу лишь электронным цифровым вычислительным машинам.

Создатели автоматов идут обычно на упрощение схемы, однако этот путь не всегда оправдывает себя, так как контроль, осуществляемый таким автоматом, получается некачественным и не удовлетворяет требованиям производства. Кроме того, в производстве изделия непрерывно претерпевают изменения: меняется их форма, конструкция, размеры, цвет и т. д. Меняются также и требования к контролируемым параметрам. Перестройка же автомата на новый тип продукции бывает затруднительна и может быть произведена только квалифицированными специалистами. Если создать электронное устройство, полностью удовлетворяющее всем требованиям и хотя бы равноценное человеку по производительности, то оно получится очень сложным и дорогим: его обслуживание обойдется дороже, чем ручной труд.

Обеспечить эффективность работы сложного электронного устройства на данном уровне развития техники можно лишь повышая производительность его работы. Мощным резервом при этом является высокое быстродействие электронных схем. В существующих автоматах оно практически не используется, так как скорость их работы определяется не временем работы электронной схемы, а временем подачи контролируемых изделий под датчик.

Однако есть путь, позволяющий без увеличения скорости работы механических устройств увеличить производительность работы автомата в сотни и тысячи раз.

Рассмотрим систему, изображенную на рис. 1 и предназначенную для выполнения контрольных операций. Система включает в себя:

- I)  $2n$  датчиков;
- II)  $2n$  выходных устройств;
- III) входной коммутатор;
- IV) выходной коммутатор;
- V) шифратор;
- VI) электронную цифровую вычислительную машину;
- VII) программное устройство;
- VIII) привод конвейера.

Отнесем датчики с 1-го по  $n$ -ый в группу  $M$ , а с  $(n+1)$ -го по  $2n$ -ый в группу  $N$ .

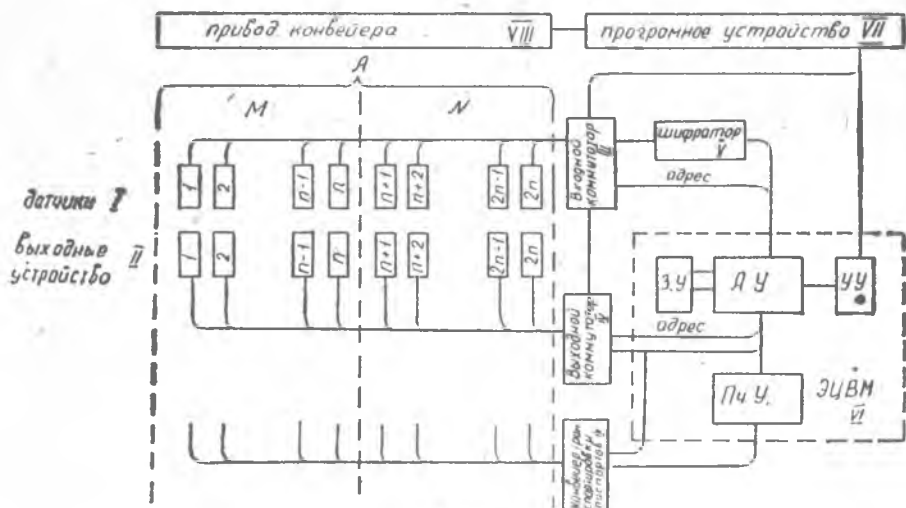


Рис. 1.

Система работает в следующей последовательности. По конвейеру под группу датчиков  $M$  подаются контролируемые изделия. Затем программное устройство подает сигнал на запуск входного коммутатора III, который начинает подключать датчики с 1-го по  $n$ -ый на вход шифратора V. Здесь информация, полученная датчиками от контролируемых изделий, преобразуется в цифровую форму и подается на вход ЭЦВМ, где она перерабатывается по определенному алгоритму. Результат контроля через выходной коммутатор выдается на соответствующее выходное устройство II. Входной и выходной коммутаторы работают синхронно. Для изделия,

находящегося под первым датчиком, результат контроля выдается на первое выходное устройство, под вторым — на второе и т. д.

После окончания работы датчиков группы *M* работают датчики группы *N*, затем опять *M* и т. д. Временная диаграмма, поясняющая работу коммутатора, показана на рис. 2. Пока идет работа датчиков группы *M* происходит смена изделий под датчиками группы *N* и наоборот. Очевидно, что в данном случае полностью устраняются потери времени, связанные с механическими перемещениями. Электронная машина работает непрерывно.

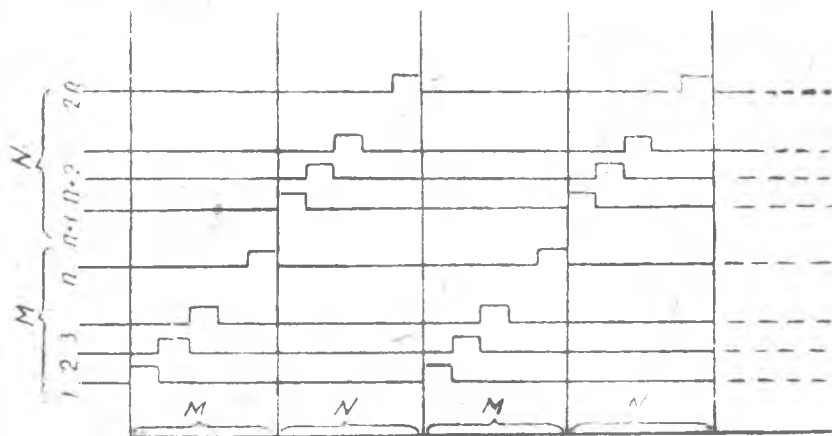


Рис. 2.

Если предположить, что время, необходимое для смены изделий под датчиком, составляет 1 секунду, быстродействие ЭЦВМ — примерно 1 000 000 операций в секунду, а программа контроля одного изделия содержит 100 операций, то число обслуживаемых точек за секунду может составить 10 000. Иначе говоря, такая система будет работать за 10 000 обычных автоматов контроля. Электронная цифровая вычислительная машина может быть специализированной или универсальной в зависимости от сложности алгоритма переработки информации. Датчики могут быть самые различные: оптические, звуковые, электрические, магнитные, электроннолучевые и т. д. В качестве выходных устройств могут применяться регистры с цифровыми табло, соленоиды разбраковочных устройств или другие исполнительные механизмы. Входные и выходные коммутаторы могут быть оптическими, электрическими, электронными, магнитными или, чаще всего, комбинированными.

Для контроля некоторых видов изделий бывает необходимо произвести несколько замеров, сдвинутых во времени. Результат контроля при этом определяется по сумме всех замеров. В этом случае входной и выходной коммутаторы могут работать несинхронно. Тогда связь, помеченная на рис. 1 буквой *a*, будет отсутствовать.

Синхронизация работы будет осуществляться следующим образом. Со входного коммутатора на вход ЭЦВМ должна подаваться не только информация, полученная с датчика, но также и номер этого датчика, то есть его адрес, который запоминается в ЭЦВМ. По нему может производиться выбор того или иного алгоритма переработки информации и выбор оперативных адресов в запоминающем устройстве ЭЦВМ. Кроме того, при выдаче результатов контроля из ЭЦВМ этот адрес управляет работой выходного коммутатора.

Из сказанного выше видно, что такая система может контролировать одновременно самые различные параметры разных изделий и выбирать при этом соответствующие алгоритмы. В этом случае может понадобиться несколько различных шифраторов. Выбор того или иного шифратора также будет производиться по адресу, установленному на входном коммутаторе. Иногда при контроле многих видов изделий результат необходимо выдавать в виде готового паспорта. В этом случае результат контроля печатается быстродействующим печатающим механизмом, а затем по адресу, выданному машиной, доставляется конвейером IX к соответствующему изделию.

Система, изображенная на рис. 1, будет работать эффективно лишь в том случае, когда время, необходимое для замера какого-то параметра, будет не больше, чем время, необходимое для выполнения всех операций по контролю данного параметра. Но бывают случаи, когда это условие не выполняется. Например, если контролировать длительности выдержек фотозатворов, то время обработки данных машиной будет составлять миллионные доли секунды; в то же время сам замер нельзя произвести быстрее времени срабатывания затвора. В таких случаях целесообразно ввести буферные запоминающие устройства. Схема при этом будет выглядеть так, как показано на рис. 3.

Система состоит из следующих основных узлов:

- I) датчики А, В, С;
- II) выходные устройства А, С;
- III) входной коммутатор А;
- IV) выходной коммутатор А, С;
- V) шифратор А;
- VI) электронная цифровая вычислительная машина;
- VII) программное устройство;
- VIII) привод конвейеров;
- IX) конвейер доставки паспортов на изделия;
- X) шифраторы;
- XI) запоминающие регистры;
- XII) блок опроса адресов и выборки чисел;
- XIII) входной коммутатор В;
- XIV) шифратор В;

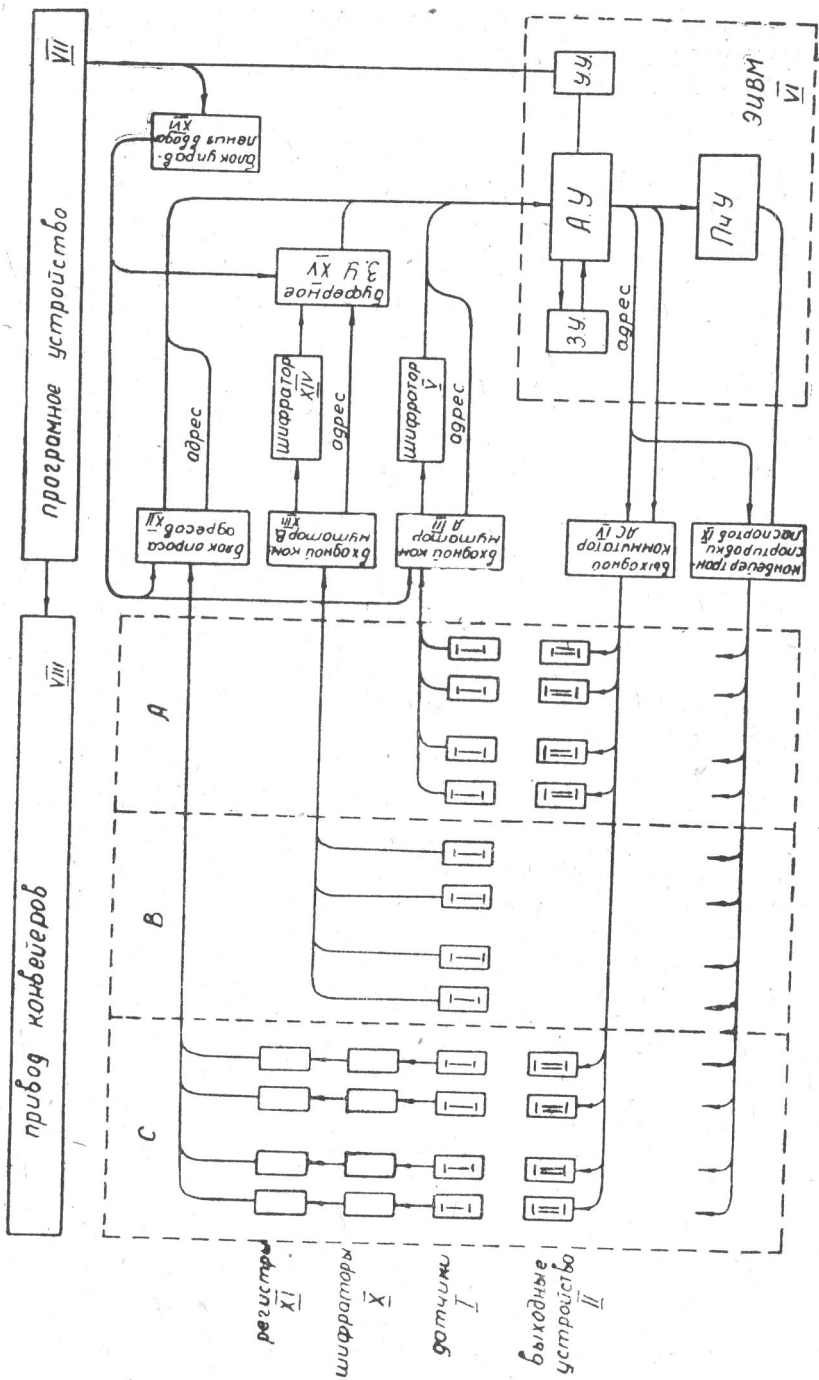


Рис. 3.

XV) буферное запоминающее устройство В;

XVI) блок управления вводом.

Датчики и относящиеся к ним каналы разделим на три группы А, В и С.

К группе В отнесем те каналы, которые не требуют быстрой выдачи результата контроля. Те каналы, для которых ответ должен последовать не позже, чем через несколько секунд после замера, отнесем к группам А и С. В группу С включим те датчики, в которых замер длится долго (больше, чем информация перерабатывается в машине), а к группе А отнесем датчики, в которых замер параметра производится быстро. Работа каналов группы А нами уже разбиралась выше.

Работа каналов группы В отличается от работы каналов группы А лишь тем, что с шифратора XIV информация поступает не непосредственно в ЭЦВМ, а через буферное запоминающее устройство XV, которое может представлять из себя, в частности, накопитель на магнитной ленте. Запись информации в ЗУ можно производить на низкой скорости, а ее ввод в ЭЦВМ на высокой, причем этот ввод может быть произведен в то время, когда ЭЦВМ имеет минимальную загрузку, например, в ночное время.

Кроме большой экономии машинного времени данное устройство значительно повышает надежность и гибкость системы. Действительно, часто при контроле изделий бывает необходимо производить замеры в строго определенные моменты времени по определенному графику. Это имеет место, например, при контроле суточного хода часов. Если в момент контроля появится сбой в ЭЦВМ, то при отсутствии буферного ЗУ весь график контроля нарушится и многосуточный цикл контроля придется начинать сначала. При наличии же буферного запоминающего устройства, работа конвейера происходит независимо от работы ЭЦВМ. Весь конвейер В, включая датчики I, В, входной коммутатор XIII, шифратор XIV и блок записи на магнитную ленту, может находиться отдельно от ЭЦВМ. С ЭЦВМ должно быть связано лишь устройство, считывающее цифровую информацию с магнитной ленты. После накопления определенного количества информации магнитная лента может быть доставлена на ЭЦВМ. Здесь содержащаяся на ней информация быстро перерабатывается и в определенной последовательности выдается в виде готовых паспортов на изделия. Полученные паспорта легко рассортировать по отпечатанным на них адресам.

В отличие от группы В каналы группы С могут работать не только последовательно, но и параллельно, независимо один от другого. Это бывает необходимо, например, при контроле фотозатворов, когда каждый наладчик или контролер проверяет ту или иную выдержку в произвольный момент времени. Каждый канал группы С имеет свой отдельный шифратор и запоминающий регистр. Поэтому каналы группы С могут работать независимо друг от друга. В регистрах XI должны быть предусмотрены разряды К,

фиксирующие момент окончания замера. Блок опроса адресов XII поочередно опрашивает разряды К и при наличии в каком-нибудь из них единицы производит выборку числа с соответствующего регистра XI. Далее, если машина не занята, он передает полученную цифровую информацию в арифметическое устройство ЭЦВМ. После этого блок XII вновь начинает опрос регистров XI и т. д.

Применение буферных запоминающих устройств в каналах В и С позволяет во время выполнения замеров в одних каналах использовать ЭЦВМ для обслуживания других каналов.

Очевидно, что группа В будет содержать значительно меньше оборудования, чем группа С. Однако следует заметить, что для построения шифраторов X и регистров XI группы С возможно широкое использование феррит-диодных элементов. Это сильно удешевит систему, повысит ее надежность. Кроме того, при применении ферритов в значительной мере облегчится выборка чисел с регистров XI, и, значит, упростится блок XII.

В заключение рассмотрим несколько примеров.

**Пример 1.** В подшипниковой промышленности требуется производить контроль рабочей поверхности роликов. Поверхность роликов может иметь следующие дефекты:

- 1) риски грубой шлифовки на поверхности качения;
- 2) коррозия на поверхности качения;
- 3) забоины на поверхности качения;
- 4) чернота (прижог) на поверхности качения;
- 5) острая фаска;
- 6) забоины на фаске;
- 7) большая фаска;
- 8) з а к а т;
- 9) заштамповка;
- 10) заусенец.

Для снятия информации будем производить развертку изображения ролика по его образующей.

На рис. 4 направление развертки показано стрелкой *a*. Для осуществления развертки можем использовать, например, передающую телевизионную трубку.

Легко создать такое освещение, что фаски и все дефекты на поверхности рамки будут гораздо темнее, чем полированная поверхность качения. Тогда электрический сигнал, полученный с передающей трубки, будет иметь вид, показанный на рис. 5.

Для ввода полученной информации в ЭЦВМ выберем каналы типа А (рис. 3). Коммутацию каналов легко осуществить смещением строки передающей трубки в кадровом направлении. Для этого необходимо оптическую схему датчиков построить так, чтобы

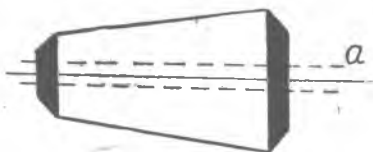


Рис. 4.

из изображения роликов вырезалась полоска, ограниченная на рисунке 4 пунктирными линиями. Эти полоски от разных роликов необходимо приблизить вплотную друг к другу, как это показано на рис. 6. Вся эта картина проектируется на экран передающей трубки. Стрелкой *a* на рис. 6 показано направление строчной развертки, а стрелкой *b* — кадровой. Кроме такой коммутации, можно

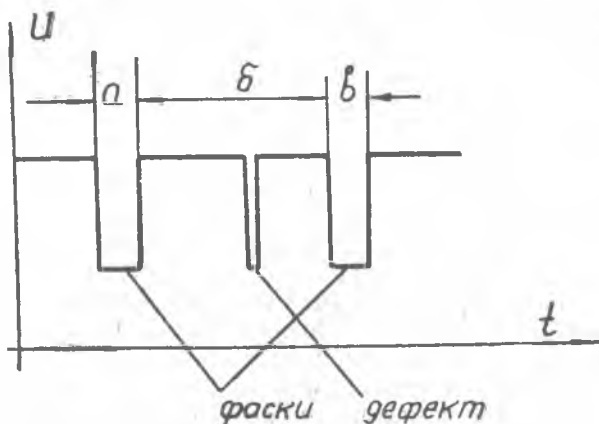


Рис. 5.

осуществлять еще электронную коммутацию выходов передающих трубок на входе шифратора. В шифраторе все параметры полученных сигналов будут преобразовываться в цифровую форму и передаваться в ЭЦВМ. Здесь информация будет распределяться по адресам ЗУ.

Для сбора информации о состоянии всей контролируемой поверхности ролик необходимо вращать вокруг его оси, а замеры повторить *n* раз. Нетрудно заметить, что информация, полученная этим путем, будет содержать все данные для определения вышеперечисленных дефектов.

Для экономии ячеек памяти после окончания *n/k* циклов работы коммутатора ЭЦВМ может предварительно проанализировать собранную информацию и часть ячеек памяти освободить. Такую процедуру можно повторить *k* раз. После окончания же *n* циклов ЭЦВМ может выдать результаты контроля на все ролики, нахо-

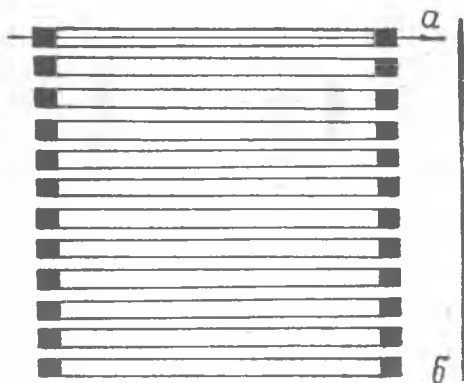


Рис. 6.



дившиеся под датчиками. Выходные устройства могут быть выполнены на тиратронах. Тиратроны здесь будут играть роль запоминающих регистров и усилителей мощности для питания обмоток исполнительных соленоидов выбравочных устройств.

**Пример 2.** Способ ввода информации, использованной в каналах группы Б (по рис. 3), рассмотрим на примере системы контроля суточного хода часов.

Снятие информации с контролируемых часов можно произвести, если создать круговую развертку изображения циферблата этих часов. В тот момент, когда считывающий элемент развертки будет пересекать изображения стрелок часов, на выходе датчика будут появляться электрические импульсы. Очевидно, фаза следования этих импульсов будет соответствовать положению стрелок часов на циферблате. Электрический сигнал, снимаемый с датчика, будет иметь вид, изображенный на рис. 7, где буквой  $T$  обозначен период полного оборота считывающего элемента развертки. Таким образом, для снятия информации с  $n$  часов достаточно времени  $T$ . Для коммутации каналов удобно использовать комбинацию оптических и электронных коммутаторов. Оптический коммутатор должен поочередно подавать на элемент развертки датчика изображения различных часов.

Электронный коммутатор должен переключать выходы датчиков на входе шифратора. Применение оптической коммутации сильно сокращает необходимое количество датчиков и число каналов электронного коммутатора. Электронный же коммутатор обеспечивает вместе с тем высокое быстродействие системы.

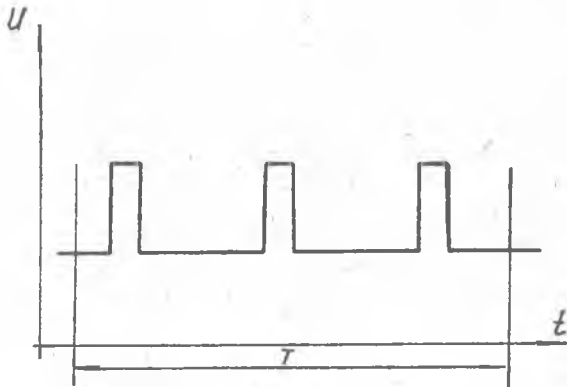


Рис. 7.

Шифратор измеряет фазы следования импульсов с датчиков и кодирует их в цифровом виде. Вся полученная информация вместе с адресами записывается на магнитную ленту. Все эти операции повторяются в течение нескольких суток. По завершении всего цикла контроля информация с магнитной ленты вводится в ЭЦВМ. Здесь она по определенному алгоритму перерабатывается. При этом выделяются показания стрелок из общего массива чисел, производится определение суточного и среднесуточного ухода часов и т. д.

Готовый результат контроля печатается на бумаге. При этом печатаются также и порядковые номера часов. Поскольку

результаты выводятся в той же последовательности, в какой производился контроль часов, распределение готовых паспортов по изделиям не составляет большой сложности.

Подробно алгоритм работы машины при самом произвольном положении стрелок часов разработан в Куйбышевском политехническом институте им. В. В. Куйбышева.

**Пример 3.** Способ ввода информации, примененный в каналах группы С, можно использовать при контроле эффективных выдержек фотозатворов. Длительность выдержки фотозатвора можно замерять с помощью датчика, состоящего из лампочки и фотодиода. Длительность импульса, полученного с фотодиода, будет соответствовать длительности выдержки. Если осуществить пересчет масштабных меток, прошедших за время действия этого импульса, то мы получим величину выдержки в цифровой форме. На этом принципе может быть устроен шифратор. Выборка чисел, полученных в регистрах, и передача их в ЭЦВМ рассматривалась нами выше. В ЭЦВМ производится определение величины эффективной выдержки, вычисляются соотношения между различными выдержками, воспроизводимость выдержек, проверяется условие вхождения всех этих величин в допуск и т. д. Затем результат контроля выдается на выходное устройство.

Если контролируемый затвор находится на наладке, то выходное устройство должно иметь запоминающий регистр и цифровое табло. Результат контроля на табло будет появляться через доли секунды после замера. Любой наладчик сможет по своему усмотрению включать выдачу результатов на печать. Для этого он на своем пульте должен включать соответствующий переключатель. Тогда вместе с прочей информацией с датчика в ЭЦВМ поступит особый признак. По этому признаку в ЭЦВМ произойдет выработка команды на печать результата. Конвейер доставит результат на соответствующее рабочее место.

## ВЫВОДЫ

Несмотря на всю сложность предлагаемой системы, внедрение ее несомненно будет очень эффективным, так как она заменит труд сотен и тысяч людей.

Немаловажным достоинством системы является ее гибкость и универсальность. Для различных областей производства будет меняться лишь комплектация входных и выходных устройств. Для перехода с одного вида продукции на другой в крайнем случае потребуются лишь изменения в конструкции датчиков конвейеров. В большинстве случаев все изменения могут ограничиться лишь изменением программы переработки информации в ЭЦВМ. Почти все блоки, узлы и элементы такой системы являются типовыми. Ввиду этого разработка такой системы может быть осуществлена в короткие сроки.

Вся перерабатываемая информация проходит в такой системе через электронную ЦВМ. Машина будет производить необходимые операции по анализу полученной информации, выделению полезных сигналов от помех, по определению допустимости величин тех или иных параметров изделий и их соотношений.

---