Вологодский ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра химии и общей биологии

# РЕФЕРАТ

На тему:  **Автоматизированные измерительные и диагностические комплексы, системы**

**и технические устройства.**

## Подготовил: студент группы ГЭ-21

Асташов К. В.

Принял: преп. Агафонова Н. В.

Вологда

2001

### СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение в измерительную технику

* Роль и значение измерительной техники. История развития
* Основные понятия и определения

1. Измерительные информационные системы.

* Общая классификация измерительных информационных систем
* Классификация ИИС по функциональному назначению
* Обобщенная структура ИИС

1. Интерфейсы измерительных информационных систем.

* Общие понятия и определения
* Интерфейсные функции
* Приборные интерфейсы
* Машинные интерфейсы

1. Заключение.
2. Список литературы.

**ВВЕДЕНИЕ В ИЗМЕРИТЕЛЬНУЮ ТЕХНИКУ**

##### Роль и значение измерительной техники. История развития

Измерительная техника - один из важнейших факторов ускорения научно-технического прогресса практически во всех отраслях народного хозяйства.

При описании явлений и процессов, а также свойств материальных тел используются различные физические величины, число которых дости­гает нескольких тысяч: электрические, магнитные, пространственные и временные; механические, акустические, оптические, химические, био­логические и др. При этом указанные величины отличаются не только ка­чественно, но и количественно и оцениваются различными числовыми значениями.

Установление числового значения физической величины осуществля­ется путем измерения. Результатом измерения является количественная характеристика в виде именованного числа с одновременной оценкой степени приближения полученного значения измеряемой величины к ис­тинному значению физической величины. Укажем, что нахождение чис­лового значения измеряемой величины возможно лишь опытным путем, т. е. в процессе физического эксперимента.

При реализации любого процесса измерения необходимы техничес­кие средства, осуществляющие восприятие, преобразование и представ­ление числового значения физических величин.

На практике при измерении физических величин применяются элект­рические методы и неэлектрические (например, пневматические, меха­нические, химические и др.).

Электрические методы измерений получили наиболее широкое рас­пространение, так как с их помощью достаточно просто осуществлять пре­образование, передачу, обработку, хранение, представление и ввод измери­тельной информации в ЭВМ.

Технические средства и различные методы измерений составляют основу измерительной техники. Любой производственный процесс харак­теризуется большим числом параметров, изменяющихся в широких преде­лах. Для поддержания требуемого режима технологической установки необходимо измерение указанных параметров. При этом, чем достовернее осуществляется измерение технологических параметров, тем лучше ка­чество целевого выходного продукта. Современные предприятия, напри­мер нефтехимического профиля с непрерывным характером производ­ства, для поддержания качества выпускаемой продукции используют измерение различных физических параметров, таких, как температура, объемный и массовый расход веществ, давление, уровень и количество вещества, время, состав вещества (плотность, влажность, содержание ме­ханических примесей и др.), напряжение, сила тока, скорость и др. При этом число требуемых для измерения параметров достигает нескольких тысяч. Например, в атомной энергетике число требуемых для измерения параметров процессов достигает десятков тысяч.

Получение и обработка измерительной информации предназначены не только для достижения требуемого качества продукции, но и органи­зации производства, учета и составления баланса количества вещества и энергии. В настоящее время важной областью применения измерительной техники является автоматизация научно-технических экспериментов. Для повышения экономичности проектируемых объектов, механизмов и машин большое значение имеют экспериментальные исследования, прово­димые на их физических моделях. При этом задача получения и обработки измерительной информации усложняется настолько, что ее эффективное решение становится возможным лишь на основе применения специализи­рованных измерительно-вычислительных средств.

Роль измерительной техники подчеркнул великий русский ученый Д.И. Менделеев: "Наука начинается с тех пор, как начинают измерять...".

Измерительная техника начала свое развитие с 40-х годов XVIII в. и характеризуется последовательным переходом от показывающих (се­редина и вторая половина XIX в.), аналоговых самопишущих (конец XIX - начало XX в.), автоматических и цифровых приборов (середина XX в. - 50-е годы) к информационно-измерительным системам.

Конец XIX в. характеризовался первыми успехами радиосвязи и радио­электроники. Ее развитие привело к необходимости создания средств из­мерительной техники нового типа, рассчитанных на малые входные сигна­лы, высокие частоты и высокоомные входы. В этих новых средствах изме­рительной техники использовались радиоэлектронные компоненты -выпрямители, усилители, модуляторы и генераторы (ламповые, транзис­торные, на микросхемах), электронно-лучевые трубки (при построении осциллографов) и др.

Таким образом, расширение номенклатуры и качественных показате­лей средств измерительной техники неразрывно связано с достижениями радиоэлектроники. Одним из современных направлений развития изме­рительной техники, базирующейся на достижениях радиоэлектроники, являются цифровые приборы с дискретной формой представления инфор­мации. Такая форма представления результатов оказалась удобной для преобразования, передачи, обработки и хранения информации. Развитие дискретных средств измерительной техники в настоящее время привело к созданию цифровых вольтметров постоянного тока, погрешность пока­заний которых ниже 0,0001 %, а быстродействие преобразователей напря­жение - код достигает нескольких миллиардов измерений в секунду; верхний предел измерения современных цифровых частотомеров достиг гигагерца; цифровые измерители временного интервала имеют нижний предел измерения до долей пикосекунды; электрические токи измеря­ются в диапазоне от 10~16 до 105 А, а длины - в диапазоне от 10~12 (раз­мер атомов) до 3,086 • 1016 м

Широкие возможности открылись перед измерительной техникой в связи с появлением микропроцессоров (МП) и микроЭВМ. Благода­ря им значительно расширились области применения средств измеритель­ной техники, улучшились их технические характеристики, повысились надежность и быстродействие, открылись пути реализации задач, кото­рые ранее не могли быть решены.

По широте и эффективности применения МП одно из первых мест занимает измерительная техника, причем все более широко применяются МП в системах управления. Трудно переоценить значение МП и микроЭВМ при создании автоматизированных средств измерений, предназначенных для управления, исследования, контроля и испытаний сложных объектов.

Развитие науки и техники требует постоянного совершенствования средств измерительной техники, роль которой неуклонно возрастает.

#### Основные понятия и определения

Понятия и определения, используемые в измерительной технике, регламентируются ГОСТ 16263-70.

Измерение-это информационный процесс получения опытным путем численного отношения между данной физической величиной и неко­торым ее значением, принятым за единицу сравнения.

***Результат измерения — именованное число, найденное путем измерения физической величины.*** Результат измерения может быть при­нят как действительное значение измеряемой величины. Одна из основных задач измерения - оценка степени приближения или разности между истинным и действительным значениями измеряемой физической величины — погрешности измерения.

***Погрешность измерения - это отклонение результата из­мерения от истинного значения измеряемой величины***. Погрешность изме­рения является непосредственной характеристикой точности измерения.

***Точность измерения - степень близости результата измере­ния к истинному значению измеряемой физической величины***.

Измерение уменьшает исходную неопределенность значения физичес­кой величины до уровня неизбежной остаточной неопределенности, опре­деляемой погрешностью измерения.

Значение погрешности измерения зависит от совершенства техничес­ких устройств, способа их использования и условий проведения экспери­мента.

Принцип измерения - это физическое явление или совокупность физи­ческих явлений, положенных в основу измерения. Примером может слу­жить измерение температуры с использованием термоэффекта и другие физические явления, используемые для проведения эксперимента, кото­рые должны быть выбраны с учетом получения требуемой точности изме­рения.

Измерительный эксперимент - это научно обоснованный опыт для получения количественной информации с требуемой или возможной точностью определения результата измерений. Проведение измерительного эксперимента предполагает наличие технических устройств, которые могут обеспечить заданную точность получения результата. Технические устрой­ства, участвующие в эксперименте, заранее нормируются по показателям точности и относятся к средствам измерений.

***Средство измерений - это техническое устройство, используемое в измерительном эксперименте и имеющее нормированные характерис­тики точности***.

Количественная информация, полученная путем измерения, представ­ляет собой измерительную информацию.

Измерительная информация — это количественные сведения о свой­стве или свойствах материального объекта, явления или процесса, получае­мые с помощью средств измерений в результате их взаимодействия с объектом.

***Количество измерительной информации - это численная мера умень­шения неопределенности количественной оценки свойств объекта***.

Взаимодействие объекта исследования и средств измерений в про­цессе эксперимента предполагает наличие сигналов, которые являются носителями информации. Важными носителями информации являются электрический ток, напряжение, импульсы и другие электрические пара­метры.

***Измерительный сигнал — сигнал, функционально связанный с изме­ряемой физической величиной с заданной точностью***.

***Метод измерения — это совокупность приемов использования прин­ципов и средств измерений***. Важное значение в измерительной технике имеет единство измерений.

***Единство измерений - такое состояние измерений, при котором их результаты выражены в указанных единицах, а погрешности измерений известны с заданной вероятностью.*** Единство измерений позволяет срав­нивать результаты различных экспериментов, проведенных в различных условиях, выполненных в разных местах с использованием разных методов и средств измерений. Это достигается путем точного воспроизведения и хранения установленных единиц физической величины и передачи их размеров применяемым средствам измерения.

Перечисленные вопросы составляют предмет метрологии.

***Метрология — это учение о мерах, это наука о методах и средствах обеспечения единства измерений и способах достижения требуемой точ­ности.*** Мера предназначена для воспроизведения физической величины данного размера.

Законодательная метрология — это раздел метрологии, включающий комплексы взаимосвязанных и взаимообусловленных правил, требова­ний и норм, а также другие вопросы, нуждающиеся в регламентации и контроле со стороны государства, направленные на обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений. В соответствии с изложен­ным характеристики средств измерений, определяющие точность измере­ния с их помощью, называют метрологическими характеристиками средств измерения. Метрологические характеристики обязательно нормируются и в установленном порядке с целью обеспечения единства измерений.

***Контроль — процесс установления соответствия между состоянием! (свойством) объекта контроля и заданной нормой***. В результате контроля выдается суждение о состоянии объекта.

##### ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

##### Общая классификация измерительных информационных систем

Измерительная информационная система (ИИС) в соответствии с ГОСТ 8.437—81 представляет собой совокупность функционально объеди­ненных измерительных, вычислительных и других вспомогательных техни­ческих средств для получения измерительной информации, ее преобразо­вания, обработки с целью представления потребителю (в том числе для АСУ) в требуемом виде, либо автоматического осуществления логических функций контроля, диагностики, идентификации.

В зависимости от выполняемых функций ИИС реализуются в виде измерительных систем (ИС), систем автоматического контроля (САК), технической диагностики (СТД), распознавания (идентификации) об­разов (СРО). В СТД, САК и СРО измерительная система входит как под­система.

Информация, характеризующая объект измерения, воспринимается ИИС, обрабатывается по некоторому алгоритму, в результате чего на выходе системы получается количественная информация (и только ин­формация), отражающая состояние данного объекта. Измерительные информационные системы существенно отличаются от других типов ин­формационных систем и систем автоматического управления (САУ). Так, ИИС, входящая в структуры более сложных систем (вычислительных систем связи и управления), может быть источником информации для этих систем. Использование информации для управления не входит в функции ИИС, хотя информация, получаемая на выходе ИИС, может ис­пользоваться для принятия каких-либо решений, например, для управления конкретным экспериментом.

Каждому конкретному виду ИИС присущи многочисленные особен­ности, определяемые узким назначением систем и их технологически конструктивным исполнением. Ввиду многообразия видов ИИС до на­стоящего времени не существует общепринятой классификации ИИС.

Наиболее распространенной является классификация ИИС по функ­циональному назначению. По этому признаку, как было сказано выше, будем различать собственно ИС, САК, СТД, СРО.

По характеру взаимодействия системы с объектом исследования и обмена информацией между ними ИИС могут быть разделены на актив­ные и пассивные. Пассивные системы только воспринимают информацию от объекта, а активные, действуя на объект через устройство внешних воздействий, позволяют автоматически и наиболее полно за короткое время изучить

его поведение. Такие структуры широко применяются при автоматизации научных исследований различных объектов.

В зависимости от характера обмена информацией между объектами и активными ИИС различают ИС без обратной связи и с обратной связью по воздействию. Воздействие на объект может осуществляться по заранее установленной жесткой программе либо по программе, учитывающей реакцию объекта. В первом случае реакция объекта не влияет на характер воздействия, а следовательно, и на ход эксперимента. Его результаты могут быть выданы оператору после окончания. Во втором случае резуль­таты реакции отражаются на характере воздействия, поэтому обработка ведется в реальном времени. Такие системы должны иметь развитую вы­числительную сеть. Кроме того, необходимо оперативное представление информации оператору в форме, удобной для восприятия, с тем чтобы он мог вмешиваться в ход процесса.

Эффективность научных исследований, испытательных, поверочных работ, организации управления технологическими процессами с примене­нием ИИС в значительной мере определяется методами обработки изме­рительной информации.

Операции обработки измерительной информации выполняются в устройствах, в качестве которых используются специализированные либо универсальные ЭВМ. В некоторых случаях функции обработки результа­тов измерения могут осуществляться непосредственно в измерительном тракте, т. е. измерительными устройствами в реальном масштабе времени.

В системах, которые содержат вычислительные устройства, обработка информации может производиться как в реальном масштабе времени, так и с предварительным накоплением информации в памяти ЭВМ, т. е. со сдвигом по времени.

При исследовании сложных объектов или выполнении многофактор­ных экспериментов применяются измерительные системы, сочетающие высокое быстродействие с точностью. Такие ИИС характеризуются боль­шими потоками информации на их выходе.

Значительно повысить эффективность ИИС при недостаточной апри­орной информации об объекте исследования можно за счет сокращения избыточности информации, т. е. сокращения интенсивности потоков изме­рительной информации. Исключение избыточной информации, несущест­венной с точки зрения ее потребителя, позволяет уменьшить емкость устройств памяти, загрузку устройств обработки данных, а следователь­но, и время обработки информации, снижает требования к пропускной способности каналов связи.

При проектировании и создании ИИС большое внимание уделяется проблеме повышения достоверности выходной информации и снижения вероятностей возникновения (или даже исключения) нежелательных ситуаций. Этого можно достичь, если на ИИС возложить функции само­контроля, в результате чего ИИС способна осуществлять тестовые провер­ки работоспособности средств системы и тем самым сохранять метроло­гические характеристики тракта прохождения входных сигналов, проверять достоверность результатов обработки информации, получаемой посредством измерительных преобразований, и ее представления.

Все более широкое развитие получают системы, предусматривающие автоматическую коррекцию своих характеристик — самонастраивающие­ся (самокорректирующиеся) системы.

Введение в такие системы свойств автоматического использования результатов самоконтроля — активного изучения состояния ИИС — и приспособляемости к изменению характеристик измеряемых сигналов или к изменению условий эксплуатации делает возможным обеспечение заданных параметров системы.

##### Классификация ИИС по функциональному назначению

В зависимости от функционального назначения структуры ИИС под­разделяют по принципу построения. Рассмотрим основные особенности и отличия.

Собственно измерительные системы используются для различного рода комплексных исследований научного характера. Они предназначены для работы с объектами, характеризующимися до начала эксперимента минимумом априорной информации. Цель создания таких систем заклю­чается в получении максимального количества достоверной измеритель­ной информации об объекте для составления алгоритмического описа­ния его поведения.

Обратная связь системы с объектом отсутствует или носит вспомо­гательный характер. Как отмечалось, информация, полученная на выходе ИИС, может использоваться для принятия каких-либо решений, создания возмущающих воздействий, но не для управления объектом. ИИС пред­назначена для создания дополнительных условий проведения эксперимента, для изучения реакции объекта на эти воздействия. Следовательно, использо­вание информации не входит в функции ИИС. Эта информация предостав­ляется человеку-оператору или поступает в средства автоматической об­работки информации.

Для измерительных систем характерны:

* более высокие по отношению к системам другого вида требования к метрологическим характеристикам;
* более широкий спектр измеряемых физических величин и в особен­ности их количество (число измерительных каналов);
* необходимость в средствах представления информации; это связано с тем, что основной массив информации с выхода систем передается чело­веку для принятия им решения об изменении условий проведения экспе­римента, его продолжении или прекращении. Поэтому определяющим требованием является неискаженное, наглядное и оперативное представ­ление текущей информации с учетом динамики ее обновления и быстро­действия системы, обеспечивающее удобство восприятия и анализа чело­веком;
* большой объем внешней памяти для систем, в которых обработка и анализ результатов осуществляется после завершения эксперимента с помощью набора различных средств обработки и предоставления информации.

###### Разновидности ИС

* ИС для прямых измерений, т. е. независимых измерений дис­кретных значений непрерывных величин;
* статистические ИС, предназначенные для измерения статистичес­ких характеристик измеряемых величин;
* системы, предназначенные для раздельного измерения зависи­мых величин.

Входными в ИС для прямых измерений являются величины, воспри­нимаемые датчиками или другими входными устройствами системы. Задача таких ИС заключается в выполнении аналого-цифровых преобра­зований множества величин и выдаче полученных результатов измерения.

В рассматриваемых ИС основные типы измеряемых входных величин могут быть сведены либо к множеству изменяющихся во времени вели­чин, либо к изменяющейся во времени t и распре­деленной по пространству Л непрерывной функции х (t, Л). При изме­рении непрерывная функция х (t, Л) представляется множеством дискрет.

Измерительные системы, производящие измерения дискрет функции x(t, Л), основаны на использовании многоканальных, многоточечных, мультиплицированных и сканирующих структур.

Многоканальные системы объединяются в один из самых распространенных классов измерительных систем параллельного действия, применяемых во всех отраслях народного хозяйства. Основные причины столь широкого распространения многоканальных ИС заключаются в возмож­ности использования стандартных, относительно простых, измеритель­ных приборов, в наиболее высокой схемной надежности таких систем, в возможности получения наибольшего быстродействия при одновре­менном получении результатов измерения, в возможности индивидуального подбора СИ к измеряемым величинам.

Недостатки таких систем — сложность и большая стоимость по срав­нению с другими системами.

В измерительных системах последовательного действия - сканирую­щих измерительных системах — операции получения информации выпол­няются последовательно во времени с помощью одного канала измерения. Если измеряемая величина распределена в пространстве или собственно координаты точки являются объектом измерения, то восприятие инфор­мации в таких системах выполняется с помощью одного сканирующего датчика.

Сканирующие системы находят применение при расшифровке гра­фиков. В медицине, геофизике, метрологии, при промышленных испыта­ниях, во многих отраслях народного хозяйства и при научных исследова­ниях затрачивается значительное время на измерение параметров графичес­ких изображений и представление результатов измерения в цифровом виде. Для указанных целей промышленностью выполняются различные специализированные полуавтоматические расшифровочные устройства и системы ("Силуэт").

Сканирование может выполняться непосредственно воспринимающим элементом или сканирующим лучом при неподвижном воспринимающем элементе. Такими элементами могут быть оптико-механические или электронно-развертывающие устройства.

Для измерения координат графических изображений применяются различные акустические системы. В геологии и картографии, океанологии и других областях при автоматизации проектирования осуществляются измерения и выдача в цифровом виде координат сложных графических изображений на фото носителях, чертежах и документах. При этом генера­тор (полуавтоматические измерения) лишь указывает точки изображения, координаты которых необходимо измерить. Используемые здесь датчики, как правило, осуществляют преобразование координат точек в интервалы времени прохождения световых или акустических импульсов между точ­ками, координаты которых были измерены.

При использовании в устройствах ЭВМ одновременно со считыванием координат осуществляют обработку графических изображений по задан­ной программе.

***Голографические ИС (ГИС).*** Основу датчиков составляют лазеры, представляющие собой когерентные источники света, когерентная опти­ка и оптоэлектронные преобразователи. Голографические измерительные системы отличаются высокой чув­ствительностью и повышенной точностью, что послужило основой широ­кого их применения в голографической интерферометрии. Голографическая интерферометрия обеспечивает бесконтактное измерение и одно­временное получение информации от множества точек наблюдаемой по­верхности с использованием меры измерения — длины световой волны, известной с высокой метрологической точностью.

Выполнение условий минимальной сложности ИС приводит к необ­ходимости последовательного многократного использования отдельных устройств измерительного тракта, а следовательно, к применению ИС параллельно-последовательного действия, которые носят название многоточечных ИС. Работа таких ИС основана на принципе квантования измеряе­мых непрерывных величин по времени.

Измерительные системы с общей образцовой величиной — мультипли­цированные развертывающие измерительные системы — содержат мно­жество параллельных каналов. Структура системы включает датчики и устройство сравнения (одно для каждого канала измерения), источник образцовой величины и одно или несколько устройств представления из­мерительной информации. Мультиплицированные развертывающие изме­рительные системы позволяют в течение цикла изменения образцовой величины (развертки) выполнять измерение значений, однородных по физической природе измеряемых величин, без применения коммутацион­ных элементов в канале измерения. Такие ИС имеют меньшее количество элементов по сравнению с ИС параллельного действия и могут обеспечить практически такое же быстродействие.

***Статистические измерительные системы***. Статистический анализ слу­чайных величин и процессов широко распространен во многих отраслях науки и техники. При статистическом анализе используются законы рас­пределения вероятностей и моментные характеристики, а также корреля­ционные спектральные функции.

Системы для измерения законов распределения вероятностей слу­чайных процессов - анализаторы вероятностей - могут быть одно- и много­канальными.

Одноканальные анализаторы вероятностей за цикл анализа реализации x(t) позволяют получить одно дискретное значение функции или плот­ности распределения исследуемого случайного процесса.

Многоканальные анализаторы позволяют получать законы распреде­ления амплитуд импульсов и интервалов времени между ними, амплитуд непрерывных временных и распределенных в пространстве случайных процессов и др. Многоканальные анализаторы широко используются в ядерной физике, биологии, геофизике, в химическом и металлургическом производствах. При этом используются аналоговые, цифровые и смешан­ные принципы построения анализаторов.

Существует два основных метода построения корреляционных изме­рительных систем. Первый из них связан с измерением коэффициентов корреляции и последующим восстановлением всей корреляционной функ­ции, второй - с измерением коэффициентов многочленов, аппроксими­рующих корреляционную функцию.

По каждому из этих методов система может действовать последова­тельно, параллельно, работать с аналоговыми или кодоимпульсными сиг­налами и в реальном времени.

Значительный класс статистических ИС - корреляционные экстремаль­ные ИС — основан на использовании особой точки — экстремума корре­ляционной функции при нулевом значении аргумента. Корреляционные экстремальные ИС широко применяются в навигации, радиолокации, металлообрабатывающей, химической промышленности и в других об­ластях для измерения параметров движения разнообразных объектов.

Выделение сигналов на фоне шумов, измерение параметров движе­ния, распознавание образов, идентификация, техническая и медицинская диагностика - это неполный перечень областей практического приме­нения методов и средств корреляционного анализа. В настоящее время подавляющий объем статистического анализа выполняется корреляцион­ными ИС, содержащими ЭВМ, либо отдельными устройствами со сред­ствами микропроцессорной техники.

Системы спектрального анализа предназначены для количественной оценки спектральных характеристик измеряемых величин. Существую­щие методы спектрального анализа основываются на применении частот­ных фильтров или на использовании ортогональных преобразований слу­чайного процесса и преобразований Фурье над известной корреляционной функцией.

Различают параллельный фильтровый анализ (полосовые избиратель­ные фильтры-резонаторы), последовательный фильтровый анализ (пере­страиваемые фильтры и гетеродинные анализаторы), последовательно-параллельный анализ.

Достоинства бесфильтровых анализаторов, основанных на определе­нии коэффициентов ряда Фурье, связаны с получением высокой разре­шающей способности, что позволяет их использовать для детального ана­лиза определенных участков спектра.

Системы для раздельного измерения взаимосвязанных величин при­меняются в следующих случаях:

* исследуемое явление или объект характеризуется множеством неза­висимых друг от друга величин и при нали­чии селективных датчиков можно осуществить измерение всех значений
* при независимых, но не селективных датчиках, сигналы на вы­ходе которых содержат составляющие от нескольких величин, встает задача выделения каждой измеряемой величины;
* если элементы связаны между собой, то также необходимо осуществить раздельное измерение величин х.

Наиболее типичные задачи взаимно связанных измерений - измерение концентрации составляющих многокомпонентных жидких, газовых или твердых смесей или параметров компонентов сложных элек­тронных цепей без гальванического расчленения.

При раздельном измерении взаимосвязанных величин осуществляется воздействие на многокомпонентное соединение в целях селекции и измере­ния нужного компонента. Для механических и химических соединений существуют различные методики и средства такого раздельного измерения: масс-спектрометрия, хроматография, люминесцентный анализ и др.

Системы, измеряющие коэффициенты приближающих многочленов, называются аппроксимирующими (АИС) и предназначены для количест­венного описания величин, являющихся функциями времени, простран­ства или другого аргумента, а также их обобщающих параметров, опреде­ляемых видом приближающего многочлена.

Информационные операции в АИС выполняются последовательным, параллельным или смешанным способом. АИС реализуются с разомкнутой или замкнутой информационной обратной связью, в виде аналоговых или цифровых устройств.

При создании и использовании АИС выбирают тип приближающего многочлена и с учетом заданной погрешности аппроксимации определяют порядок функции.

Реализация задач АИС требует знания априорных сведений об исход­ной функции, учета метрологических требований к измерениям и др. При этом в качестве базисных функций могут быть выбраны ряды Фурье, разложения Фурье-Уолша, Фурье-Хаара, многочлены Чебышева, Лагранжа, Лежандра, Лагерра и др.

К основным областям применения АИС относятся измерение статис­тических характеристик случайных процессов и характеристик нелиней­ных объектов, сжатие радиотелеметрической информации и информации при анализе изображений, фильтрация-восстановление функций, генерация сигналов заданной формы.

***Системы автоматического контроля (САК).*** Системы автоматичес­кого контроля предназначены для контроля технологических процессов, при этом характер поведения и параметры их известны. В этом случае объ­ект контроля рассматривается как детерминированный.

Эти системы осуществляют контроль соотношения между текущим (измеренным) состоянием объекта и установленной "нормой поведения" по известной математической модели объекта. По результатам обработки полученной информации выдается суждение о состоянии объектов конт­роля. Таким образом, задачей САК является отнесение объекта к одному из возможных качественных состояний, а не получение количественной информации об объекте, что характерно для ИС.

В САК благодаря переходу от измерения абсолютных величин к от­носительным (в процентах "нормального" значения) эффективность ра­боты значительно повышается. Оператор САК при таком способе коли­чественной оценки получает информацию в единицах, непосредственно характеризующих уровень опасности в поведении контролируемого объ­екта (процесса).

Как правило, САК имеют обратную связь, используемую для воздей­ствия на объект контроля. В них внешняя память имеет значительно мень­ший объем, чем объем памяти ИС, так как обработка и представление информации ведутся в реальном ритме контроля объекта.

Объем априорной информации об объекте контроля в отличие от ИС достаточен для составления алгоритма контроля и функционирова­ния самой САК, предусматривающего выполнение операций по обработ­ке информации. Алгоритм функционирования САК определяется пара­метрами объекта контроля. Например, существуют параметры, кратко­временное отклонение которых от "нормального" значения может по­влечь за собой возникновение аварийной ситуации; кратковременное от­клонение других параметров существенно не влияет на нормальный ход процесса и поведение объекта; третья группа параметров используется для расчета технико-экономических показателей (расход сырья, выход основ­ного продукта и т. д.).

По сравнению с ИС эксплуатационные параметры САК более высокие: длительность непрерывной работы, устойчивость и воздействие промыш­ленных помех, климатические и механические воздействия.

В настоящее время в основу классификации САК положена общая классификация ИИС с учетом специфики функций, выполняемых САК.

Системы автоматического контроля могут быть встроенные в объект контроля и внешние по отношению к нему. Первые преимущественно при­меняются в сложном радиоэлектронном оборудовании и входят в комп­лект такого оборудования. Вторые обычно более универсальны.

***Системы технической диагностики (СТД).*** Они относятся к классу ИИС, так как здесь обязательно предполагается выполнение измеритель­ных преобразований, совокупность которых составляет базу для логичес­кой процедуры диагноза. Цель диагностики - определение класса состоя­ний, к которому принадлежит состояние обследуемого объекта.

Диагностику следует рассматривать как совокупность множества возможных состояний объекта, множества сигналов, несущих информа­цию о состоянии объекта, и алгоритмы их сопоставления.

Объектами технической диагностики являются технические системы. Элементы любого технического объекта обычно могут находиться в двух состояниях: работоспособном и неработоспособном. Поэтому задачей систем технической диагностики СТД является определение работоспособ­ности элемента и локализация неисправностей.

*Основные этапы реализации СТД:*

* выделение состояний элементов объекта диагностики контролируемых величин, сбор необходимых статистических данных, оценка затрат труда на проверку;
* построение математической модели объекта и разработка програм­мы проверки объекта;
* построение структуры диагностической системы.

Элементы объекта диагноза, как правило, недоступны для непосред­ственного наблюдения, что вызывает необходимость проведения проце­дуры диагноза без разрушения объекта. В силу этого в СТД преимуществен­но применяются косвенные методы измерения и контроля.

В отличие от ИС и САК система технической диагностики имеет иную организацию элементов структуры и другой набор используемых во вход­ных цепях устройств и преобразователей информации. Входящий в состав структуры СТД набор средств обработки, анализа и представления информации может оказаться значительно более развитым, чем в ИС и САК. В СТД определение состояния объекта осуществляется программными средствами диагностики. При поиске применяется комбинационный или последовательный метод.

При комбинационном поиске выполняется заданное число проверок независимо от порядка их осуществления. Последовательный поиск свя­зан с анализом результатов каждой проверки и принятием решения на проведение последующей проверки. Системы технической диагностики подразделяют на специализированные и универсальные.

По целевому назначению различают диагностические и прогнозирую­щие СТД. Диагностические системы предназначены для установления точного диагноза, т. е. для обнаружения факта неисправности и локали­зации места неисправности. Прогнозирующие СТД по результатам про­верки в предыдущие моменты времени предсказывают поведение объекта в будущем.

По виду используемых сигналов СТД подразделяют на аналоговые и кодовые. По характеру диагностики или прогнозирования различают статистические и детерминированные СТД. При статистической оценке объекта решение выносится на основании ряда измерений или проверок сигналов, характеризующих объект. В детерминированной СТД пара­метры измерения реального объекта сравниваются с параметрами образцовой системы (в СТД должны храниться образцовые параметры прове­ряемых узлов). Системы технической диагностики подразделяют также на автоматические и полуавтоматические, а по воздействию на проверяе­мые объекты они могут быть пассивными и активными. В пассивной СТД результат диагностики представляется на световом табло либо в виде ре­гистрационного документа, т. е. результатом проверки является только сообщение о неисправности. При активной проверке СТД автоматически подключает резерв или осуществляет регулирование параметров отдельных элементов. Конструктивно СТД подразделяют на автономные и встроенные (или внешние и внутренние).

***Системы распознавания образов (СРО)*.** Предназначены для опреде­ления степени соответствия между исследуемым объектом и эталонным образом.

Для задач классификации биологических объектов и дактилоскопи­ческих снимков, опознавания радиосигналов и других создаются специаль­ные системы распознавания образов. Эти системы осуществляют распознавание образов через количественное описание признаков, характеризую­щих данный объект исследования.

Процесс распознавания реализуется комбинацией устройств обработ­ки и сравнения обработанного изображения (описания образа) с эталон­ным образом, находящимся в устройстве памяти. Распознавание осущест­вляется по определенному, заранее выбранному, решающему правилу. При абсолютном описании образа изображение восстанавливается с задан­ной точностью, а относительное описание с набором значений отличитель­ных признаков (например, спектральных характеристик), не обеспечивая полное воспроизведение изображения.

Как пример СРО можно привести голографические распознающие системы (PC). В этих системах распознавание изображений осуществля­ется с относительно высокой скоростью (от 103 до 106 изображений в секунду благодаря параллельному анализу голограмм). Голографические PC нашли широкое применение при поиске химических элементов по спектрам их поглощения и в навигации при определении положения объ­екта по наземным ориентирам. В голографических PC удачно сочетаются высокая производительность оптических методов сбора и обработка инфор­мации с логическими и вычислительными возможностями ЭВМ.

***Телеизмерительные информационные системы (ТИИС)****.* Они отлича­ются от ранее рассмотренных в основном длиной канала связи. Канал связи является наиболее дорогой и наименее надежной частью этих сис­тем, поэтому для ТИИС резко возрастает значение таких вопросов, как надежность передачи информации.

Телеизмерительные ИИС могут быть одно- или многоканальными. Они предназначаются для измерения параметров сосредоточенных и рассредоточенных объектов. В зависимости от того, какой параметр несущего сигнала используется для передачи информации, можно выделить ТИИС:

* интенсивности, в которых несущим параметром является значение тока или напряжения;
* частотные (частотно-импульсные), в которых измеряемый параметр меняет частоту синусоидальных колебаний или частоту следования им­пульсов;
* времяимпульсные, в которых несущим параметром является дли­тельность импульсов; к ним же относятся фазовые системы, в которых измеряемый параметр меняет фазу синусоидального сигнала или сдвиг во времени между двумя импульсами;
* кодовые (кодоимпульсные), в которых измеряемая величина переда­ется какими-либо кодовыми комбинациями.

Системы интенсивности подразделяются на системы тока и системы напряжения в зависимости от того, какой вид сигнала используется для информации. Этим системам присущи сравнительно большие погреш­ности, и они используются при передаче информации на незначительное расстояние.

Частотные ТИИС имеют большие возможности, поскольку в них прак­тически отсутствуют погрешности, обусловленные влиянием линий связи, и возрастает дальность передачи информации по сравнению с системами интенсивности.

Время-импульсные системы по длительности применяемых для пере­дачи импульсов подразделяют на две группы: системы с большим перио­дом (от 5 до 50 с) и системы с малым периодом (менее десятых долей секунды).

Длиннопериодные системы применяются в основном для измерения медленно меняющихся неэлектрических величин (уровень жидкости, давление газов и др.).

Короткопериодные системы имеют большое быстродействие. Для передачи коротких импульсов требуется большая полоса частот, пропус­каемых каналом связи. В силу этого такие системы с проводными лини­ями связи (ЛС) используются редко.

В последнее время получили широкое развитие адаптивные ТИИС, в которых алгоритмы работы учитывают изменение измеряемой величи­ны или окружающих условий (воздействий).

Основная цель применения адаптивных ТИИС состоит в исключении избыточности выдаваемой системой измерительной информации и в со­хранении или оптимизации метрологических характеристик (помехоус­тойчивости, быстродействия, погрешностей) при изменении условий из­мерительного эксперимента.

В адаптивных ТИИС используются алгоритмы адаптивной дискрети­зации и могут быть использованы алгоритмы адаптивной аппроксимации.

#### Обобщенная структура ИИС

Рассмотренные выше измерительные информационные системы пока­зывают, что почти для каждого типа ИИС используется цепочка из аппарат­ных модулей (измерительных, управляющих, интерфейсных, обрабатываю­щих). Таким образом, обобщенная структурная схема ИИС содержит:

* множество различных первичных измерительных преобразователей, размещенных в определенных точках пространства стационарно или перемещающихся в пространстве по определенному закону;
* множество измерительных преобразователей, которое может состо­ять из преобразователей аналоговых сигналов, коммутаторов аналоговых сигналов, аналоговых вычислительных устройств, аналоговых устройств памяти, устройств сравнения аналоговых сигналов, аналоговых каналов связи, аналоговых показывающих и регистрирующих измерительных приборов;
* группу аналого-цифровых преобразователей, а также аналоговых устройств допускового контроля;
* множество цифровых устройств, содержащее формирователи им­пульсов, преобразователи кодов, коммутаторы, специализированные цифровые вычислительные устройства, устройство памяти, устройство сравнения кодов, каналы цифровой связи, универсальные программируе­мые вычислительные устройства - микропроцессоры, микроЭВМ и др.;
* группу цифровых устройств вывода, отображения и регистрации, которая содержит формирователи кодоимпульсных сигналов, печатающие устройства записи на перфоленту и считывания с перфоленты, накопите­ли информации на магнитной ленте, на магнитных дисках и на гибких магнитных дисках, дисплеи, сигнализаторы, цифровые индикаторы;
* множество цифроаналоговых преобразователей;
* указанные функциональные блоки соединяются между собой через стандартные интерфейсы или устанавливаются жесткие связи;
* интерфейсные устройства (ИФУ), содержащие системы шин, интер­фейсные узлы и интерфейсные устройства аналоговых блоков, служа­щие главным образом для приема командных сигналов и передачи ин­формации о состоянии блоков. Например, через интерфейсные устрой­ства могут передаваться команды на изменение режима работы, на под­ключение заданной цепи с помощью коммутатора;
* устройство управления, формирующее командную информацию, принимающее информацию от функциональных блоков и подающее ко­манды на исполнительные устройства для формирования воздействия на объект исследования (ОИ).

Однако не для всякой ИИС требуется присутствие всех блоков. Для каждой конкретной системы количество блоков, состав функций и связи между блоками устанавливаются услови­ями проектирования.

##### ИНТЕРФЕЙСЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

#### Общие понятия и определения

В настоящее время ИИС находят все более широкое применение в различных областях науки и техники. Они применяются в качестве компонентов сложных информационно-вычислительных комплексов и систем автоматизации. Особенно важную роль играют автоматические ИИС, ис­пользующие ЭВМ для программного управления работой системы.

Возросшие объемы проводимых измерений привели к широкому использованию программно-управляемых СИ. При этом возросшие требо­вания к характеристикам СИ оказали существенное влияние на методы сопряжения устройств, образующих ИИС.

Информационно-измерительные системы содержат ряд подсистем: измерительную, сбора, преобразования, предварительной обработки данных и подсистемы управления СИ в целом. Все подсистемы в ИИС соединены между собой в единую систему. Кроме того, ИИС в настоящее время проек­тируют на основе агрегатного (модульного) принципа, по которому уст­ройства, образующие систему, выполняются в виде отдельных, самостоя­тельных изделий (приборов, блоков). В составе ИИС эти устройства выпол­няют определенные операции и взаимодействуют друг с другом, переда­вая информационные и управляющие сигналы через систему сопряжения.

Для унифицированных систем сопряжения между устройствами, участ­вующими в обмене информации, стал общепринятым термин интерфейс (interface). Под интерфейсом (или сопряжением) понимают совокуп­ность схемотехнических средств, обеспечивающих непосредственное взаимодействие составных элементов ИИС (ГОСТ 15971—74). Устройства подсоединяются к системе сопряжения и объединяются в ИИС по опреде­ленным правилам, относящимся к физической реализации сопряжении. Конструктивное исполнение этих устройств, характеристики вырабатывае­мых и принимаемых блоками сигналов и последовательности выдавае­мых сигналов во времени позволяют упорядочить обмен информацией между отдельными функциональными блоками (ФБ).

*Под интерфейсной системой понимают совокупность логических уст­ройств, объединенных унифицированным набором связей и предназначен­ных для обеспечения информационной, электрической и конструктивной совместимости.* Интерфейсная система также реализует алгоритмы взаи­модействия функциональных модулей в соответствии с установленными нормами и правилами.

Возможны два подхода к организации взаимодействия элементов системы и построению материальных связей между ними:

жесткая унификация и стандартизация входных и выходных пара­метров элементов системы;

использование функциональных блоков с адаптивными характерис­тиками по входам-выходам.

На практике часто сочетают оба подхода. Стандартизация интерфей­сов позволяет:

* проектировать ИИС различных конфигураций;
* значительно сократить число типов СИ и их устройств сопряжения;
* ускорить и упростить разработку отдельных СИ и ИИС в целом;
* упростить техническое обслуживание и модернизацию ИИС;
* повысить надежность ИИС.

Применение развитых стандартных интерфейсов при организации ИИС позволяет обеспечить быструю компоновку системы и разработку программ управления СИ.

Основной структурной единицей ИИС является функциональный блок ФБ, который представляет собой один или несколько объединенных и взаимодействующих между собой измерительных преобразователей. Взаимодействие ФБ осуществляется через интерфейсные блоки ИБ по командам, организующим обмен данными. Команды управления форми­руются в управляющем блоке УБ и воздействуют на интерфейсные блоки через контроллер (К).

Между ФБ ИИС осуществляется обмен информационными и управляющими сообщениями. Информационное сообщение содержит сведения о значении измеряемого параметра, диапазоне измерения, времени изме­рения, результатах контроля состояния измерительных каналов и др. Управляющее сообщение содержит сведения о режиме работы ФБ, поряд­ке выполнения ими последовательности операций во времени, команде контроля состояния измерительных каналов.

Интерфейс может быть общим для устройств разных типов, наиболее распространенные интерфейсы определены международными, государ­ственными и отраслевыми стандартами. Стандарт *(ГОСТ 26016—81 "Еди­ная система стандартов приборостроения. Интерфейсы, признаки клас­сификации и общие требования")* включает четыре признака классифика­ции: способ соединения комплектов системы (магистральный, радиаль­ный, цепочечный, комбинированный); способ передачи информации (па­раллельный, последовательный, параллельно-последовательный); принцип обмена информацией (асинхронный, синхронный); режим передачи ин­формации (двусторонняя одновременная передача, двусторонняя пооче­редная передача, односторонняя передача).

Указанные признаки позволяют характеризовать только определен­ные аспекты организации интерфейсов.

Более полная характеристика и систематизация интерфейсов могут быть выполнены при условии классификации по нескольким совокупнос­тям признаков: функциональному назначению, логической функциональ­ной организации и физической реализации.

К основным характеристикам интерфейса относятся следующие: функциональное назначение; структура или тип организации связей; принцип обмена информацией; способ обмена данными; режим обмена данными; номенклатура шин и сигналов; количество линий; количество линий для передачи данных; количество адресов; количество команд; быстродействие; длина линий связи; число подключаемых устройств; тип линии связи.

Соединение отдельных приборов и блоков между собой осуществля­ется линиями связи или линиями интерфейса. Линии интерфейса могут объединяться в группы для выполнения одной из операций в программно-управляемом процессе передачи данных. Эти группы линий называются шинами интерфейса. Назначение отдельных линий и шин, их номенклатура и взаимное расположение в системе (топологии) являются базовыми при рассмотрении функционирования любого интерфейса.

В отечественных и зарубежных микропроцессорных измерительно-управляющих вычислительных системах (МП ИУВС) распространены асинхронные мультиплексные интерфейсы с параллельным способом передачи информации: 8-разрядные интерфейсы Microbus; 16-разрядные интерфейсы общая шина (Unibus), Microbus, интерфейс микроЭВМ "Элек­троника 60" (Q-bus, LSI-11).

Для связи датчиков информации, исполнительных элементов, терри­ториально удаленных от процессора на десятки и сотни метров, в МП ИУВС применяют интерфейсы периферийных устройств. В таких интер­фейсах используются как параллельный, так и последовательный спосо­бы обмена информацией. При этом последний по причине существенного упрощения собственно линии связи, а следовательно, и снижения стои­мости наиболее предпочтителен, если при этом обеспечивается необходи­мая скорость передачи информации.

В последнее время в связи с развитием микро- и мультипроцессорных ИУВС, отдельные микропроцессоры или устройства ввода-вывода кото­рых могут отстоять друг от друга территориально на сотни метров (на­пример, заводская или цеховая ИУВС), все более широко применяются системные интерфейсы или интерфейсы локальных сетей. Системный интерфейс, как правило, имеет многоуровневую архитектуру (совокуп­ность) аппаратных и программных средств.

Из зарубежных локальных сетей наиболее известны DEC net фирмы "Digital Equipment Corp", z-net фирмы "Zilog Inc", сеть фирмы IBM, Om minet фирмы "Corvus Inc" и др.

При построении ИИС, согласно ГОСТ 22316-77, должны применяться следующие структуры соединения функциональных блоков между собой:

* цепочечное соединение, при котором единственный выход предшест­вующего блока соединен с единственным входом последующего блока, так что соединенные блоки образуют цепь;
* радиальное соединение, при котором один блок соединен одновремен­но с несколькими блоками, причем с каждым из них отдельной независи­мой линией;
* магистральное соединение, при котором входы и (или) выходы сопрягаемых блоков соединены одной общей линией.

В цепочечной структуре каждая пара источник-прием­ник соединена попарно линиями от выходов предыдущих ФБ ко входам последующих, обмен данными происходит непосредственно между бло­ками или приборами. Функции управления распределены между этими устройствами. Цепочечную структуру интерфейсов используют, как пра­вило, в несложных системах с несколькими функциональными уст­ройствами.

В системе, выполненной по радиальной структуре, име­ется центральное устройство - контроллер, с которым каждая пара ис­точник-приемник связана с помощью индивидуальной группы шин. Бло­ки и приборы, подключаемые к контроллеру, могут изменять свои места при соответствующем изменении программы работы контроллера. Под управлением контроллера происходит обмен данными между каждым устройством и контроллером. Связи между управляющим устройством и одним из устройств-источников или приемников сигналов может осу­ществляться как по инициативе контроллера, так и по инициативе уст­ройств (абонентов). В последнем случае одно из устройств вырабатывает сигнал запроса на обслуживание, а контроллер идентифицирует запраши­ваемое устройство. Когда контроллер готов к обмену данными, логически подключаются цепи связи и начинается процесс обмена. Эти цепи остаются подключенными, пока не будет передана нужная порция информации.

Контроллер может производить обмен данными только с одним из устройств. В случае одновременного поступления запросов от двух и более абонентов по системе приоритетов будет установлена связь с уст­ройством, имеющим наивысший приоритет. Приоритет присваивается приборам и блокам в зависимости от их типа, технических характерис­тик и важности поступающей информации. В интерфейсах с радиальной структурой чаще всего приоритет зависит от места подключения кабеля, соединяющего абонент (ФБ) с контроллером.

Радиальное соединение функциональных блоков позволяет достаточ­но просто и быстро осуществлять адресацию и идентификацию требуе­мого ФБ.

К недостаткам радиальной структуры можно отнести большую дли­ну соединительных линий, а также сложность контроллера, что приводит к увеличению стоимости ИС.

В системах с магистральной структурой вместо группы индивидуальных шин имеются коллективные шины, к которым подсоеди­няются все источники и приемники информации и контроллер.

По принципу обмена информацией интерфейсы подразделяют на па­раллельные, последовательные и параллельно-последовательные. При параллельной передаче цифровых данных численное значение величины, содержащее т битов, транслируют по т информационным линиям. Это сообщение одновременно и полностью может быть введено в интерфейс, а также воспринято приемником. Интерфейсные устройства параллель­ного ввода-вывода информации позволяют согласовать во времени процесс обмена данными между ЭВМ и периферийным устройством.

##### Интерфейсные функции

Основные функции интерфейса заключаются в обеспечении информа­ционной, электрической и конструктивной совместимости между функ­циональными элементами системы

Информационная совместимость - это согласованность взаимодей­ствий функциональных элементов системы в соответствии с совокупностью логических условий. Логические условия определяют:

* структуру и состав унифицированного набора шин;
* набор процедур по реализации взаимодействия и последовательности их выполнения для различных режимов функционирования;
* способ кодирования и форматы данных, команд, адресной информации и информации состояния;
* временные соотношения между управляющими сигналами.

Логические условия информационной совместимости определяют функциональную и структурную организацию интерфейса и для большин­ства интерфейсов стандартизируются. Условия информационной совмес­тимости определяют объем и сложность схемотехнического оборудования и программного обеспечения, а также основные технико-экономические показатели (пропускную способность и надежность интерфейса).

Электрическая совместимость — это согласованность статических и динамических параметров передаваемых электрических сигналов в системе шин, с учетом используемой логики и нагрузочной способности элементов.

*Условия электрической совместимости определяют:*

* тип приемопередающих элементов;
* соотношение между логическим и электрическим состояниями сигна­лов и пределы их изменения;
* коэффициенты нагрузочной способности приемопередающих элементов;
* схему согласования линии;
* допускаемую длину линии и порядок подключения линий к разъемам;
* требования к источникам и цепям электрического питания;
* требования к помехоустойчивости и заземлению.

*Условия конструктивной совместимости определяют:*

* типы соединительных элементов (разъем, штекер);
* распределение сигналов интерфейса по контактам соединительных элементов;
* типы конструкции платы, каркаса, стойки;
* конструкции кабельного соединения.

Выполнение информационных электрических и конструктивных усло­вий интерфейса необходимо, но не достаточно для взаимного сопряжения устройств и обмена данными между ними. Эти устройства должны выпол­нять в определенной последовательности операции, связанные с обме­ном информации: распознавать адрес сообщения, подключаться к линиям интерфейса, передавать сообщение в интерфейс, принимать его из интер­фейса и др.

Интерфейсные функции отличаются от приборных, связанных непо­средственно с проведением измерения, т. е. с преобразованием данных, их накоплением, первичной обработкой, представлением и др.

Интерфейсные функции обеспечивают совместимость друг с другом различных приборов, не ограничивая работоспособность других приборов в системе. Функции, которые устройства выполняют чаще всего, называют­ся основными. К ним относятся:

* выдача и прием информации (выполняются источниками и приемни­ками информации);
* управление передачей данных (функция контроллера);
* согласование источника информации (выполняется устройством-источником или контроллером);
* согласование приемника информации (выполняется устройством-приемником или контроллером).

Функции контроллера может выполнять не только одно, но и несколь­ко устройств в системе.

Основные функции интерфейса, которые необходимо реализовать для обеспечения информационной совместимости, определяются функ­циональной организацией интерфейса. На канал управления возложены функции селекции информационного канала, синхронизации обмена ин­формацией, координации взаимодействия, а на информационный' канал возлагаются функции буферного хранения информации, преобразования формы представления информации и др.

Селекция, или арбитраж, информационного канала обеспечивает одно­значность выполнения процессов взаимодействия сопрягаемых элементов системы.

Анализ возможных вариантов реализации способов селекции уст­ройств на информационной магистрали позволяет выделить следующие операции селекции: инициирование запроса, выделение приоритетного запроса, идентификация запроса.

Инициирование запроса включает в себя процедуры выдачи, хране­ния и восприятия запроса на организацию процесса взаимодействия. Сиг­налы запроса могут храниться в регистре управляющего блока (радиаль­ная структура шины запроса) или на отдельных триггерах каждого интер­фейсного блока (магистральная структура шины запроса).

Функция выделения приоритетного запроса осуществляется на основе анализа сигналов занятости информационного канала, разрешения прио­ритетного прерывания, запроса источника сообщения и зависит от числа уровней приоритета.

Идентификация запроса заключается в определении адреса приори­тетного источника запроса. В машинных интерфейсах получаемая при запросе адресная информация называется вектором прерывания. Послед­ний обозначает начальный адрес программы обслуживания прерывания от данного устройства.

Функция синхронизации определяет временное согласование процес­сов взаимодействия между функциональными устройствами системы.

Функция координации определяет совокупность процедур по орга­низации и контролю процессов взаимодействия устройств системы. Ос­новными операциями координации являются настройка на взаимодей­ствие, контроль взаимодействия, передача функций управления (на­стройки) .

В момент обращения одного устройства к вызываемому последнее может находиться в состоянии взаимодействия или в нерабочем состоя­нии. Поэтому процессы взаимодействия элементов системы могут иметь два уровня конфликтных ситуаций при доступе: к информационному каналу интерфейса и к устройству системы. Таким образом, операция настройки включает процедуры опроса и анализа состояния вызывае­мого устройства, а также передачи команд и приема информации сос­тояния. Последовательность операций настройки может быть различной и зависит от сложности алгоритмов работы функциональных устройств системы. В большинстве случаев алгоритмы настройки дополняются про­граммным способом посредством передачи кодов команд и состояний по информационной шине.

Операции контроля направлены на обеспечение надежности функцио­нирования интерфейса и достоверности передаваемых данных. В процес­сах асинхронного взаимодействия возможно возникновение так называе­мых тупиковых ситуаций, приводящих к искажениям кодовых комби­наций передаваемых данных. Поэтому в операции контроля входят раз­решение тупиковых ситуаций асинхронного процесса взаимодействия и повышение достоверности передаваемых данных. Контроль тупиковых ситуаций взаимодействия основывается на измерении фиксированного интервала времени, в течение которого должно поступать ожидаемое асин­хронное событие. Если за контролируемый интервал времени событие не поступает, то фиксируется неисправность. Операция контроля тупико­вых ситуаций получила название "тайм-аут".

Контроль передаваемых данных основывается на использовании кодов, построенных на известных принципах избыточного кодирования инфор­мации (циклические коды, код Хеминга, контроль кодов на четность и др.).

В целях повышения надежности управления и эффективности исполь­зования составных элементов системы необходима передача функции координации между функциональными устройствами. Эта операция пере­дачи управления характерна для интерфейсов с децентрализованной струк­турой управления.

Повышение надежности достигается резервированием управления (при отключении питания или отказе интерфейсного модуля, выполняю­щего функции управления интерфейсом).

Повышение эффективности использования оборудования системы достигается исключением дублирования дорогостоящих устройств путем доступа к ним с разделением времени двух и более контроллеров и ЭВМ.

Информационный канал интерфейса предназначен для реализации функции обмена и преобразования информации.

Основными процедурами функции обмена является прием и выдача информации (данных, состояния, команд, адресов) регистрами состав­ных устройств системы. Основные процедуры функции преобразования следующие: преобразование последовательного кода в параллельный и наоборот; перекодирование информации; дешифрация команд, адресов; логические действия над содержимым регистра состояния.

**Приборные интерфейсы**

Проектирование ИИС выполняется на основе модульного принципа построения, что привело к необходимости разработки правил, регламен­тирующих основные требования к совместимости этих блоков. Данный принцип впервые был применен в области ядерно-химических измерений, где требуется сложная аппаратура с высокой степенью автоматизации и активным использованием ЭВМ для контроля, управления, сбора и пер­вичной обработки данных. Поэтому именно в этой области впервые про­ведена стандартизация на правила сопряжения блоков.

В США для модулей (блоков) ядерной электроники с транзистор­ными схемами в 1966 г. был принят стандарт NIM (Nuclear Instrument Module). В нем установлены механические и электрические требования к блокам. Этот стандарт впоследствии получил распространение в странах Западной Европы. Указанный стандарт позволил осуществить обмен дан­ными модульных блоков с ЭВМ. Следует отметить, что такие понятия, как канал передачи данных и интерфейс, процесс обмена данными и др., были перенесены из вычислительной в измерительную технику.

Реализация принципов программного управления работой ИИС при­вела к развитию приборных систем; разработки интерфейсов для них появились на рубеже 60 - 70-х годов. Приборные интерфейсы служат для компоновки различных комплексов из стандартных измерительных приборов, устройств ввода-вывода и управляющих устройств.

Пример, фирма "Philips" разработала систему сопряжения Partyline - System, предназначенную для объединения в ИИС до 15 приборов. С помощью стандартного кабеля приборы последовательно соединяются друг с дру­гом (в произвольном порядке) и с ЭВМ. Для этого в каждом приборе имеются два разъема, соединенные между собой одноименными контак­тами. Каждый прибор содержит специальное устройство согласования из­мерительного оборудования с интерфейсом.

Построение интерфейса осуществляется по магистральному принци­пу для передачи цифровых сигналов. Информация передается по шести шинам: адресной (4 линии), измерительной (5 линий), управления (4 линии), а также по шинам синхронизации, диагностики операций и пере­дачи команд печати (все по одной линии). Стандартный кабель содержит шесть соединительных линий. Каждому прибору (измерительному блоку) присваивается свой адрес, представленный четырьмя разрядами двоичного кода. Передача данных производится в параллельно-последовательном ви­де (в двоичном коде). Под действием управляющих сигналов выходная информация последовательно передается с декад на линии интерфейса (измерительную шину). По этим же линиям передается кодированная информация, а также полярность измеряемых величин, режим работы и др.

*Принцип работы приборного интерфейса следующий*. При появлении информации от источника к приемнику работа обоих приборов координи­руется сигналами по линиям шины синхронизации. При этом цикл переда­чи информации состоит из четырех фаз:

* источник выставляет информационный байт;
* источник выставляет сигналы на шине синхронизации;
* приемник принимает информацию,
* приемник подготавливается к приему нового байта информации.

Приборный интерфейс имеет следующие ограничения: число прибо­ров не более 15, максимальная допустимая длина кабеля связи — 20 м, максимальная скорость передачи по магистрали - 1 Мбайт/с.

Логические уровни сигналов выбраны из расчета применения интег­ральных схем ТТЛ (высокий уровень — не менее 2,4 В, низкий — не более 0,8 В). Нагрузкой каждой сигнальной линии является внутреннее сопро­тивление каждого прибора не более 3 кОм, подключенное к шине + 5 В, и резистор 6,2 кОм, подключенный к шине "земля" схемы. Кодирование информации, как следует из конструкции магистрали, ведется по байтам. Схемы интерфейса программно-управляемых приборов выполняют­ся в двух вариантах:

в виде схем, реализованных и конструктивно оформленных внутри прибора как его составная часть, с установкой стандартного разъема на задней панели прибора; этот вариант применяется преимущественно в новых приборах, выпускаемых по стандарту МЭК;

в виде отдельно выполненных интерфейсных модулей, подключаемых к серийно выпускаемым или находящимся в обращении цифровым при­борам и устройствам; эти модули по существу являются адаптерами, т. е. переходными устройствами между выходом прибора и стандартным входом в магистраль приборного интерфейса.

Приборный интерфейс широко применяется как в отечественной промышленности, так и зарубежными фирмами при построении ИИС для автоматизации эксперимента. Из имеющихся непрограммируемых приборов, не подготовленных для совместной работы, приборный интер­фейс позволяет создавать ИС путем использования относительно неслож­ных устройств сопряжения — интерфейсных плат и микроЭВМ в качестве контроллера системы.

#### Машинные интерфейсы

Машинные (или системные) интерфейсы предназначены для объеди­нения составных блоков ЭВМ в единую систему. Тенденция развития машинных интерфейсов вызвана необходимостью значительного увели­чения процента операций ввода-вывода, номенклатуры и числа перифе­рийных устройств. В связи с этим существенно возросли требова­ния к унификации и стандартизации интерфейсов.

Характерной особенностью машинных интерфейсов является необ­ходимость их функционирования в нескольких режимах взаимодействия, влияющих на функциональный состав систем шин. Основными режима­ми взаимодействия являются ввод-вывод по программному каналу и по каналу прямого доступа в память.

**Заключение**

Повышение производительности труда человека – это заслуга механизации. Уже долгое время она облегчает задачи человека, но не может полностью освободить его от ручного труда или присутствия на рабочем месте. Такие вещи, как оценка результатов контроля и решения вопроса о дальнейшей судьбе проверенной детали - забраковать ее или отправить на доработку, были только в компетенции человека, что требовало затрат умственного труда и относятся к сфере управления производством. Очевидно, эти функции тоже можно упразднить, заменив человека механизмами способными самостоятельно решать данные проблемы. Переложение функций управления процессом с человека на автоматические устройства стало началом нового времени – эры автоматизации.

Стремительное развитие электроники и вычислительной техники оказалось предпосылкой для широкой автоматизации самых разнообразных процессов в промышленности, в научных исследованиях, в быту. Вершиной автоматизации стало появление автоматизированных измерительных и диагностических комплексов, которые позволили полностью заменить человека, как важного элемента любого производственного или научно-исследовательского процесса. Опираясь на возможности таких систем и комплексов, человечество поднялось на еще одну ступень в бесконечном стремлении взойти на вершину технического совершенства.

**Список литературы.**

1. Цапенко М. П. Измерительные информационные системы: Структуры и алгоритмы, системотехническое проектирование. - М.: Энергоатомиздат, 1985
2. Кузьмичев Д. А., Радкевич И. А., Смирнов А. Д. Автоматизация экспериментальных исследований. - М.: Наука, 1983.
3. Государственная система приборов и средств автоматизации / Под ред. Г. И. Кавалерова. - М.: ЦНИИТЭИ приборостроения, средства автоматизации и систем управления,1981.
4. Хазанов Б. И. Интерфейсы измерительных систем. - М.: Энергия, 1979.
5. Алиев Т. М., Тер-Хачатуров А.А. Измерительная техника: Учебное пособие для техн. вузов. - М.: Высш. шк.,1991.