

## 4. ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ (ИВК)

[1, 6, 7, 8, 11]

### 4.1. Виды и состав ИВК

ИВК представляет собой автоматизированное средство измерений электрических величин, на основе которого возможно создание ИИС путем присоединения к входу измерительных каналов ИВК датчиков с унифицированным электрическим выходным сигналом и генерации на основе программных компонентов ИВК программ обработки информации и управления экспериментом. ИВК представляет собой унифицированное ядро ИИС.

ИВК создается методом проектной компоновки из системно-сопряженных функциональных блоков и устройств, выпускаемых в составе агрегатных комплексов ИВК, производимых серийно и прошедших испытания для целей утверждения типа.

Основными признаками ИВК являются:

- наличие нормируемых МХ;
- блочно-модульная структура, измерительные и вычислительные компоненты которой являются серийно выпускаемыми агрегатными СИ;
- наличие процессора или ЭВМ;
- программное управление СИ;
- использование типовых интерфейсов для автоматизации и обеспечения взаимодействия между СИ.

По назначению ИВК подразделяют на типовые, проблемные, специализированные (табл.4.1.)

Таблица 4.1.

ИВК		
Типовые	Проблемные	Специализированные
Для решения широкого круга задач автоматизации исследований, измерений и испытаний независимо от области применения	Для решения широко распространенной, но специфической для конкретной области применения задачи	Для решения уникальных задач автоматизации измерений

В состав ИВК входят технические и программные компоненты, состав которых приведен на рис.4.1., 4.2.



Рис. 4.1. Состав технических компонентов ИВК

Технические компоненты должны удовлетворять требованиям:

- совместимости;
- взаимодействия компонентов;
- комплексов нормируемых характеристик.



Рис. 4.2. Состав программных компонентов ИВК

#### 4.2. Основные варианты построения, архитектура и структурные схемы ИВК

Существует три варианта магистрально-модульного принципа построения ИВК.

I – с магистралью приборного интерфейса и использования серийных автономных приборов и устройств (ИВК-7, ИВК-8, ИВК-12, ИВК-15);

II – с магистралью в стандартах КАМАК (ИВК-2, ИВК-6, ИВК-16, ИВК-20);

III – с машинной магистралью с использованием системных унифицированных узлов (К-750, К-755, К-766).

По заданию Минприбора ВНИИЭП разработал концепцию магистрально-модульного принципа построения систем измерения на базе унифицированных модулей и стандартных интерфейсов с применением микропроцессорных средств и мини-ЭВМ.

В основу этой концепции положены агрегатные комплексы: микроэлектронных средств электрических измерений; средств диспетчеризации, автоматизации и телемеханики (микро-ДАТ); управляющих вычислительных комплексов СМ СЭВ.

В концепции принята трехуровневая иерархическая структура организации ИВК.

### Базовый комплект СМ-3

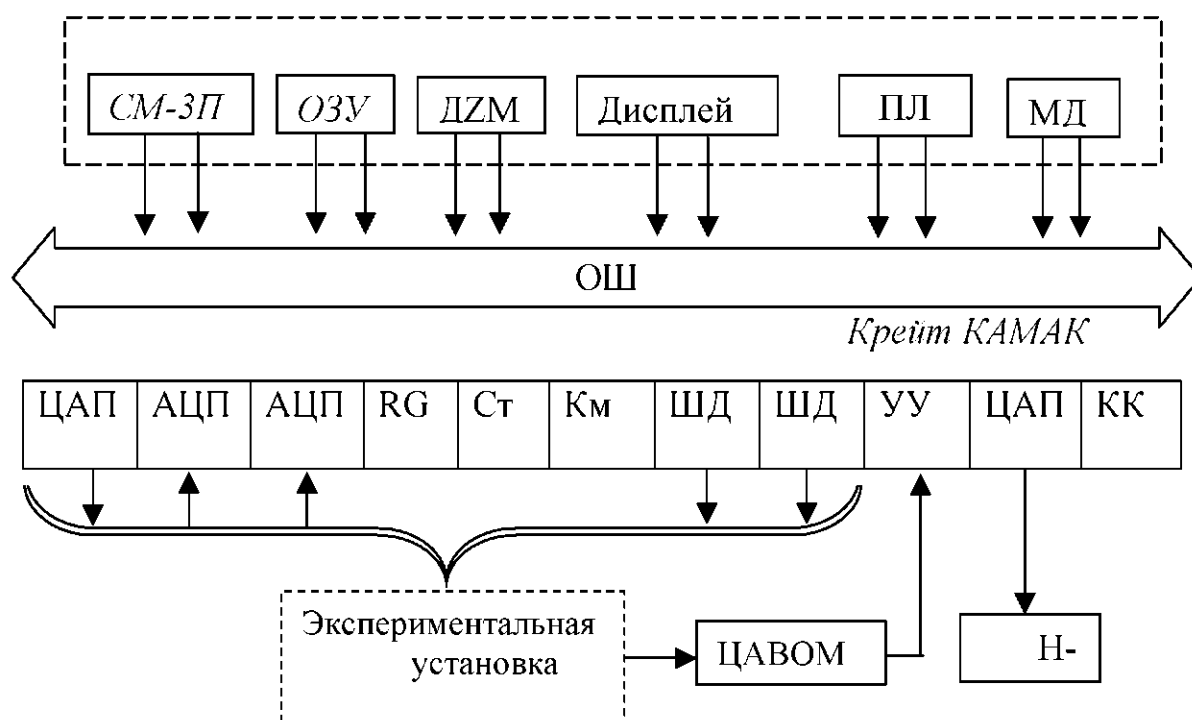


Рис. 4.3. Структура ИВК-3

**Нулевой** (внутрикаркасный) уровень включает малые программируемые контроллеры, выносные средства сбора и предварительной обработки информации, измерительные подсистемы на основе модулей, локальные регуляторы. Внутрикаркасный магистральный интерфейс - параллельный, асинхронный.

**Первый уровень** включает локальные измерительные комплексы и системы, управляющие вычислительные комплексы (осуществляющие получение, обработку, хранение и обмен информацией с нулевым и вторым уровнем). Внутрисистемный обмен информацией на этом уровне между средствами, расположенными компактно (до 20м) осуществляется применением приборного магистрального интерфейса. Выход на него из каркаса осуществляется применением соответствующего модуля сопряжения.

**Второй уровень** – включает распределенные ИВК и системы, средства системного обмена с нулевым и первым уровнем. Для внутрисистемного обмена на 2 уровне и межсистемного обмена применяется магистральный сетевой интерфейс ГОСТ 26.239-94.

Структуры ИВК-1 - ИВК-6 аналогичны. Рассмотрим их структуру на примере ИВК-3, предназначенного для автоматизации исследований с помощью оптических спектральных устройств. ИВК-3 содержит базовый комплект СМ-3, крейт КАМАК с набором функциональных и сервисных модулей, цифровой ампервольтметр и планшетный графопостроитель.

Базовый комплект СМ-3 содержит процессор СМ-3П, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), алфавитно-цифровое печатающее устройство (ДЗМ), дисплей, накопители на перфоленте (ПЛ) и магнитном диске (ДМ). Крейт КАМАК содержит следующие функциональные модули: два двухканальных ЦАП, АЦП, коммутатор, два модуля управления шаговыми двигателями (ЩД), модули входных и выходных регистров, счетчики импульсов, контроллер крейта (КК).

### 4.3. Приборный стандартный интерфейс (стандарт МЭК)

Разработчиком приборного интерфейса является фирма Hewlett-Packard (США).

Интерфейс обеспечивает работу системы:

- с одним уровнем централизации;
- имеет отдельные информационные шины и шины управления;
- реализует байт последовательный, бит параллельный обмен информацией;
- не регламентирует типы работающих в системе ЭВМ, а также конструкцию и питание приборов, объединяемых в систему.

Соединение функциональных блоков (ФБ) осуществляется через магистральный канал (МгК) общего пользования (общей длиной не более 20м).

Число блоков присоединенных к МгК  $\leq 15$  (общее число адресов приемников информации не более 31 при однобайтовой и 961 при двухбайтовой адресации).

МгК состоит из 18 линий, восемь из которых (ЛД0 – ЛД7) используют для последовательно побайтовой передачи **адресов, команд и данных**, а другие 8 – для передачи сигналов общего управления.

ШУ – шина управления, объединяет 5 линий;

ШС – шина синхронизации, объединяет 3 линии.

Максимальная скорость обмена информацией равна 1 Мбайт/с. Управление передачей информации по линии ШД осуществляется по трем линиям:

ШС {  
    ГП – готов к приему  
    ДП – данные приняты  
    СД – сопровождение данных

Уровень активности линий обозначается:

высокое состояние – лог. “1”

низкое состояние – лог. “0”

Любое устройство становится источником информации, если его адрес помещается на ШД, когда линия УП – лог. “0”.

В измерительной системе данные передаются стандартным кодом в виде последовательности байтов: каждый обмен должен быть завершен прежде, чем начнется следующий. Рассмотрим работу ШС (рис.4.4.).

Передающее устройство переводит линию СД в состояние лог. “0”, указывая на достоверность байта на ШД, при этом обязательно высокое состояние линии ГП (лог. “1”), что свидетельствует о том, что предыдущая информация принята и обработана.

ДП – лог. “1” – означает конец приема информации (при этом СД “0” и ГП – “0”).

Линия ГП – линия обмена сигналами между источниками и приемниками.

ГП – “1” – по окончании выдачи сигнала на линии ДП. Шина управления ШУ используется для обмена управляющими сигналами между процессором и всеми другими устройствами, подключенными к МгК с помощью следующих линий:

ШУ {  
    УП – управление  
    КП – конец передачи  
    ЗО – запрос на обслуживание  
    ОИ – очистить интерфейс  
    ДУ – дистанционное управление

Выдача сигналов на линию УП осуществляется процессором.

Если на линии УП выставляется уровень лог. “0”, все устройства переходят в режим “Ожидание” и только контроллер может передавать информацию.

Если УП – лог. “1” – обмен информации осуществляется между устройствами, которые были адресованы (обозначены) при УП – лог. “0” ( на передачу включения не более 1-го устройства);

КП – лог. “0” – одновременно с передачей последнего байта информации;

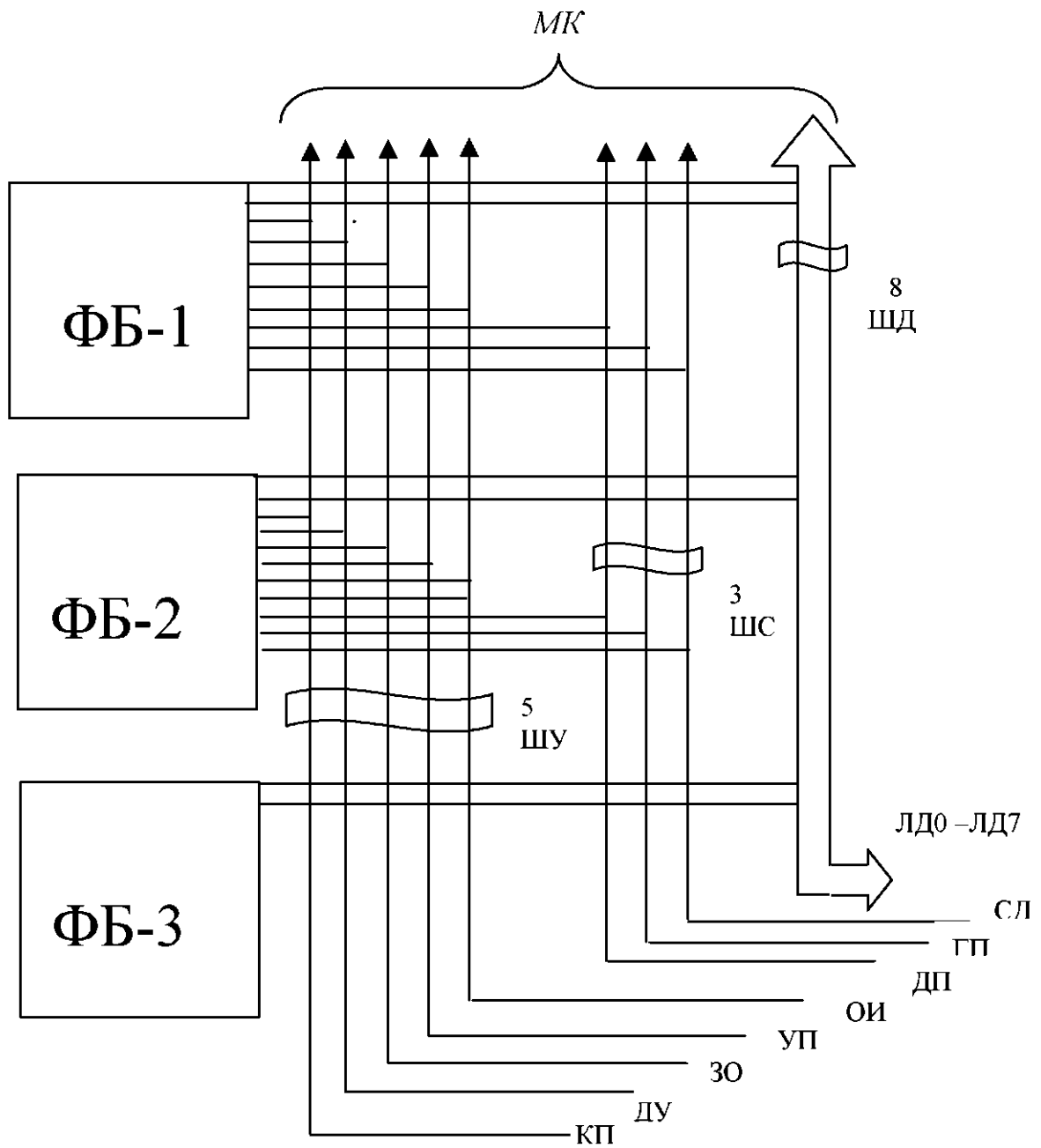


Рис. 4.4. Структура магистрального интерфейса в стандарте МЭК

ОИ – используется при запуске системы. Если ОИ – лог. “0” – прекращается работа МК. Если ДУ – лог. “0” – устройство переключается на внешнее дистанционное управление. Если ДУ – лог. “1” – устройство находится под местным управлением. ЗО – лог. “0” – если какое-либо устройство посылает процессору запрос на обслуживание.

Стандарт МЭК разработан на основе известного приборного интерфейса IEEE-488 фирмы США и устанавливает основные требования на информационную совместимость электронных измерительных устройств.

#### **4.4. Интерфейс КАМАК**

Система КАМАК рекомендована к использованию Международной электротехнической комиссией (разрабатывалась с 1960 г.).

Интерфейс (ИФ) КАМАК предусматривает:

- возможность построения систем с двумя и более уровнями централизации;
- отдельные системы шин для информационных и управляющих потоков;
- магистральную систему шин, работающую совместно с несколькими радиальными шинами;
- параллельный порядок выполнения обмена информацией;
- синхронный обмен информацией, работу с любой ЭВМ;
- унификацию конструкции и питания.

1-я ступень централизации управления обеспечивается в крейте.

2-я ступень централизации обеспечивается в ветви, объединяющей до семи крейтов.

Возможно объединение нескольких ветвей. В крейте используется смешанная магистрально-радиальная система шин. Особенности системы КАМАК (рис.4.5.): модульный принцип построения, обеспечивающий возможность создания агрегатных комплексов; конструктивная однородность системы, достигаемая унификацией несущих конструкций для размещения ФБ; магистральная структура информационных связей между ФБ; применение программного управления, обеспечивающего гибкость реализуемых системой алгоритмов.

Основной конструктивной единицей системы КАМАК являются модули (М), размещенные в одном общем крейте. Обмен информацией в крейте происходит по горизонтали (внутрикрейтный обмен) и организуется контроллером. Обмен данными между крейтами, а также между ними и ЭВМ осуществляется по вертикали (межкрейтный обмен) и организуется центральным распределителем системы (ЦРС). Размещенные в крейте модули могут быть двух типов: рабочие модули М и контроллеры КК. Обмен информацией между рабочими модулями и контроллерами осуществляется через канал данных (КДК), являющийся частью структуры крейта. В крейте размещается до 25 модулей. Контроллер крейта через 23 линии выборки позволяет осуществлять адресное обращение к отдельным модулям. Для



внутримодульной адресации служит магистраль из 4-х субадресных ш подходящих ко всем модулям.

Системные интерфейсы позволяют выделить три основные груп сигналов: данных, адреса, управления. В зависимости от принятой структу эти сигналы могут передаваться либо по общим линиям связи с временн разделением сигналов, либо по своим специально выделенным линиям св. Очень важно соблюдать временные соотношения (протокол обмена) меэ сигналами в магистрали.

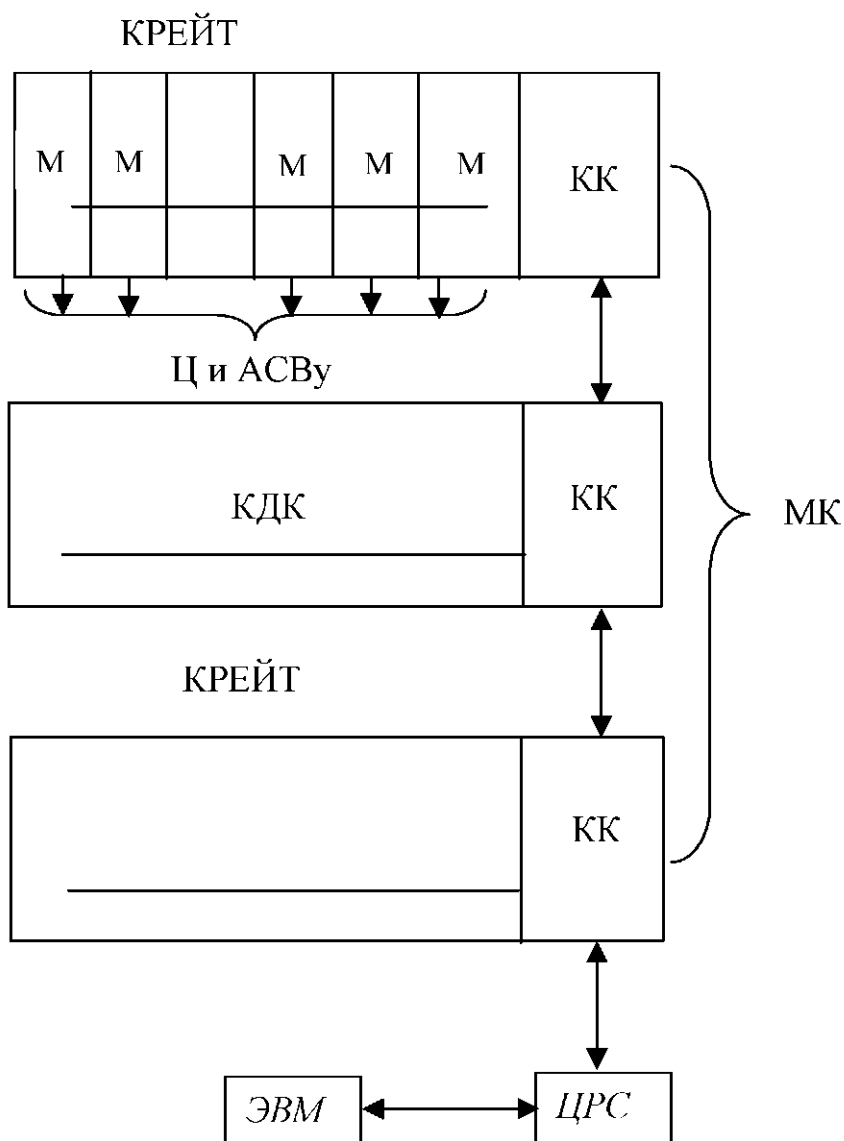


Рис.4.5. Структура системы КАМАК

М – модуль крейта, КК – контроллер крейта, КДК – канал данных крейта, ЦРС – центральный распределитель системы, МКО – межкрейтный канал обмена, Ц и АСВу – цифровые и аналоговые сигналы внешних устройств.

ИФ КАМАК является по существу объединением нескольких ИФ. Неоправданно применение КАМАК для создания относительно простых и медленно действующих устройств.

#### **4.5. Агрегатный комплекс средств электроизмерительной техники**

Принцип агрегатирования предусматривает создание сложных устройств методом наращивания и стыковки. При построении ИС, ИИС, АСУ используются типовые алгоритмы измерения, контроля, диагностики, управления, реализуемые на ограниченном базисе технических средств, которые могут компоноваться методом агрегатирования и относятся к Государственной системе промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП). Состав, типы устройств ГСП и их характеристики определяются параметрическими рядами изделий (2000 типов промышленных приборов и средств автоматизации, 200 стандартов, 20 агрегатных комплексов) При проектировании ИИС используют каталоги ГСП.

ГСП – совокупность изделий, предназначенных для получения, обработки и использования информации, обеспечивающих информационное (метрологическое и функциональное) энергетическое и конструктивное сопряжение изделий в измерительные системы различного назначения, а также их точность, надежность, долговечность.

ГСП - развивающаяся система. К агрегатным комплексам широкого применения относятся:

АСЭТ - агрегатный комплекс средств электроизмерительной техники;

АСТГ – агрегатный комплекс средств телемеханической техники;

АСВТ - агрегатный комплекс средств вычислительной техники;

КТС ЛИУС – комплекс технических средств локальных информационно-управляющих систем.

АСЭТ ГСП объединяет устройства сбора и преобразования измерительной информации, электроизмерительные приборы, устройства отображения информации, ИВК универсального и специального назначения.

В рамках АСЭТ-3 используются БИС, микропроцессорные комплекты и микроЭВМ, функциональные блоки, объединенные с помощью интерфейса КАМАК.

Конструктивная совместимость изделий АСЭТ обеспечивается введением системы унифицированных типовых конструкций (УТК-2).

Информационная совместимость обеспечивается применением информационных сигналов, а также стандартных интерфейсов.

Эксплуатационная совместимость определена в НД на общие технические требования к изделиям. Разработаны системные МХ, определяющие метрологическую совместимость изделий АСЭТ, создается специальная метрологическая литература.

В АСЭТ-3 – предусмотрено изготовление функциональных блоков в приборном и модульном (соответственно они объединяются с помощью приборного или интерфейса КАМАК).