



Министерство образования и науки российской федерации  
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса  
Институт информатики, инноваций и бизнес систем  
Кафедра электроники



«Основы конструирования и технологии производства РЭУ»

# Тема «Основные принципы конструирования радиоэлектронных устройств»

Ведущий преподаватель: Белоус И.А.

Владивосток, 2014



# СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Конструктивная иерархия аппаратуры.** Модульный принцип конструирования. Уровни конструктивной иерархии. Принципы иерархического конструирования.
- 2. Стандартизация при модульном конструировании.** Базовый принцип. Модули нулевого уровня. Корпуса микросхем. Микросборки. Модули первого уровня. Модули второго уровня. Блоки стеллажного типа. Блоки книжной конструкции. Этажерочная компоновка блока. Модули третьего уровня.



# 1. КОНСТРУКТИВНАЯ ИЕРАРХИЯ АППАРАТУРЫ

- **Снизить затраты** на разработку, подготовку производства и освоение РЭУ, обеспечить совместимость и преемственность аппаратурных решений с одновременным улучшением качества, увеличением надежности и срока службы аппаратуры в эксплуатации позволяет модульный принцип конструирования изделий.



- **Модульный принцип конструирования** предполагает проектирование изделий РЭУ на основе максимальной конструктивной и функциональной взаимозаменяемости составных частей конструкции - модулей.
- **Модуль** - составная часть аппаратуры, выполняющий в конструкции подчиненные функции, имеющий законченное функциональное и конструктивное оформление и снабженный элементами коммутации и механического соединения с подобными модулями и с модулями низшего уровня в изделии.



- **В основе модульного принципа лежит разукрупнение** (разбивка, расчленение) электронной схемы РЭУ на функционально законченные подсхемы (части), выполняющие определенные функции.
- **Подсхемы разбиваются на более простые модули**, и так далее, пока электронная схема изделия не будет представлена в виде набора модулей разной сложности, а низшим модулем не окажется корпус микросхемы (МС) с обслуживающими ее радиоэлементами.



- **Модули низшего уровня** устанавливаются и взаимодействуют между собой в модулях следующего уровня иерархии на какой-либо конструктивной основе (несущей конструкции) и реализуются в виде типовых конструктивных единиц, которые устанавливаются и взаимодействуют в модуле более высокого уровня, и т. д. В зависимости от сложности проектируемого изделия может быть задействовано разное число уровней модульности (уровней конструктивной иерархии).



- **Конструкция современной РЭУ** представляет собой иерархию модулей, каждая ступень которой называется уровнем модульности. При выборе числа уровней модульности проводится типизация модулей, сокращение их разнообразия и установление таких конструкций, которые выполняли бы достаточно широкие функции в изделиях определенного функционального назначения.



- **Применение микросхем** с различными корпусами в пределах одного устройства нецелесообразно, так как здесь требуется обеспечить их совместимость по электрическим, эксплуатационным и конструктивным параметрам.
- **При использовании интегральных микросхем** операции сборки конструкции начинают на уровне схем, выполняющих определенные функции. Интегральная микросхема при этом является исходным унифицированным конструктивным элементом, унификация которого требует унификации и других конструктивных единиц, для того чтобы она была технологичной в производстве, надежной в работе, удобной в наладке, ремонте и эксплуатации.



Уровни конструктивной иерархии. В конструкции радиоэлектронной аппаратуры можно выделить четыре основных уровня (рис. 1.).

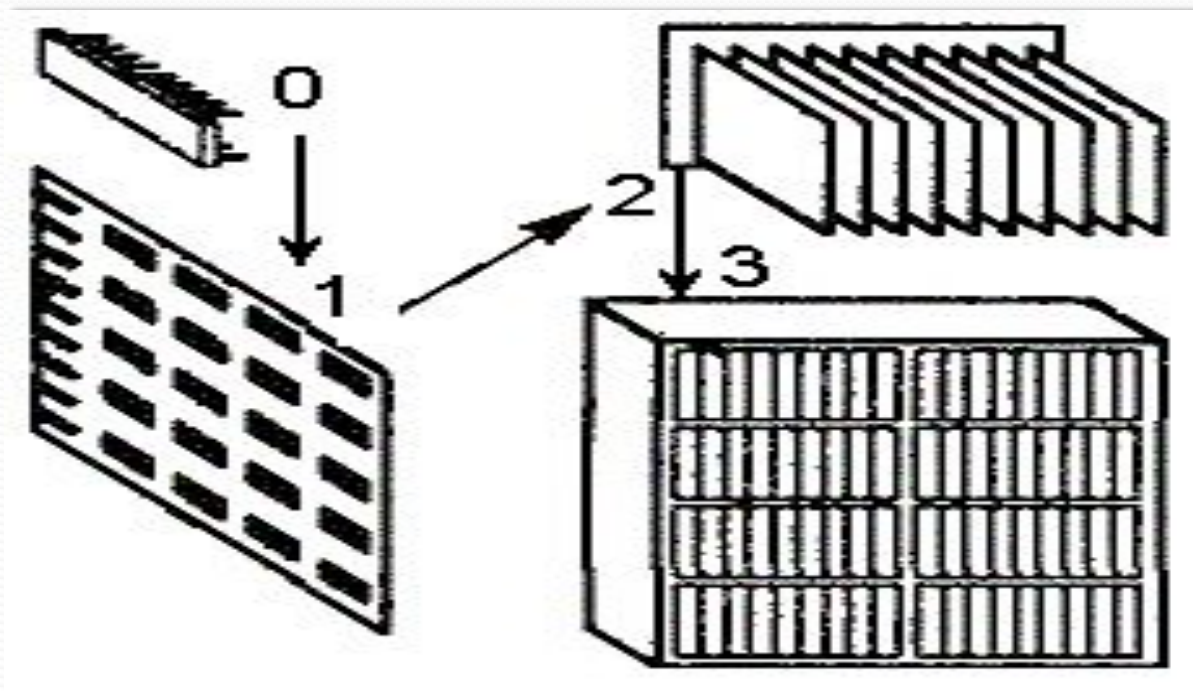


рис. 1.



**Уровень 0.** Конструктивно неделимый элемент - интегральная микросхема с радиоэлементами ее обслуживания.

**Уровень I.** На уровне I неделимые элементы объединяются в схемные сочетания, имеющие более сложный функциональный признак, образуя ячейки, модули, типовые элементы замены (ТЭЗ). Эти конструктивные единицы не имеют лицевой панели и содержат единицы и десятки микросхем. К первому структурному уровню относят печатные платы и большие гибридные интегральные схемы (БГИС), полученные путем электрического и механического объединения бескорпусных микросхем и кристаллов полупроводниковых приборов на общей плате.



**Уровень II.** Этот уровень включает в себя конструктивные единицы - блоки, предназначенные для механического и электрического объединения элементов уровня I. Основными конструктивными элементами блока является *панель с ответными соединителями* модулей первого уровня. Межмодульная коммутация выполняется соединителями, расположенными по периферии панели блока. Модули первого уровня размещаются в один или несколько рядов. Кроме соединительной конструктивные единицы уровня II могут содержать лицевую панель, образуя простой функциональный прибор.

**Уровень III.** Уровень III может быть реализован в виде стойки или крупного прибора, внутренний объем которых заполняется конструктивными единицами уровня II - блоками.



- **Число уровней конструктивной иерархии** может быть изменено как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения в зависимости от класса аппаратуры и уровня технологии ее изготовления. При разработке несложной аппаратуры высшие уровни модульности отсутствуют. Большая многопроцессорная аппаратура со сложной структурой требует использования четырех, а иногда и пяти уровней конструктивной иерархии. Так, крупные системы могут рассматриваться как уровень IV, включающий в свой состав несколько стоек, соединенных кабелями.
- **Конструктивным модулям** можно поставить в соответствие схемные модули, которые так же имеют многоуровневую иерархию и представляют собой функциональные узлы, устройства, комплексы, системы.



Конструктивный модуль	Схемный модуль
Корпус микросхемы ТЭЗ Блок Рама Стойка	Логический элемент Функциональный узел Устройство Комплекс Система

**Приведенная связь конструктивной и схемной модульности условна.** Она зависит от функциональной сложности проектируемого изделия и степени интеграции применяемых МС. В больших интегральных схемах (БИС) реализуются целиком устройства (например, преобразователи, запоминающие устройства) или их крупные фрагменты, при этом несложная система может быть конструктивно выполнена на одной печатной плате.

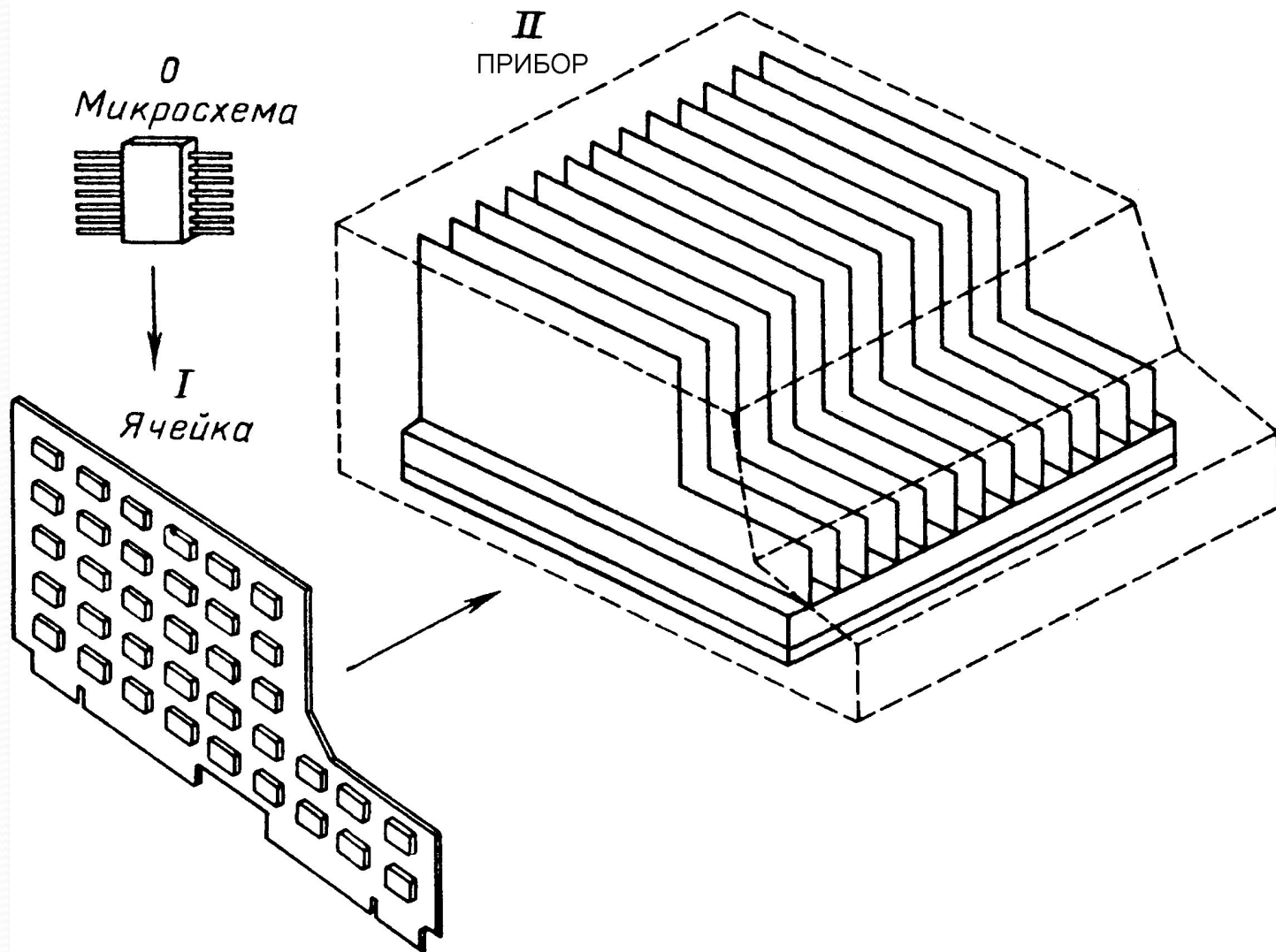


Рис. 2.





- Для небольших изделий нет необходимости использования конструктивных единиц уровня II и приборы монтируют непосредственно из ячеек. При этом размеры ячеек и число монтируемых на них микросхем, как правило, больше, чем в больших системах. Это связано с тем, что разбиение функциональной схемы сравнительно небольших приборов на повторяющиеся мелкие узлы приводит к появлению большого числа проводных и разъемных соединений.



- На рис. 2 представлены структурные уровни конструктивной иерархии небольшого прибора. Ячейки вместе со смонтированными на них микросхемами устанавливаются непосредственно на базовую плату, образуя блок, который затем помещают в кожух с пультом управления (настольный вариант) или с разъемом (бортовой вариант).





- **Модули высших уровней** поставляются разработчикам РЭУ в виде базовых несущих конструкций (БНК), которые представляют собой деталь или совокупность деталей, предназначенных для размещения, монтажа составных частей аппаратуры и обеспечения устойчивости РЭУ в условиях внешних воздействий.
- **Под БНК** понимается стандартная несущая конструкция, служащая для разработки разнообразной РЭУ определенного назначения.



- При разбивке структурных и функциональных схем необходимо удовлетворить многим порой противоречивым требованиям:
  - функциональной законченности, когда выделяемая подсхема должна обладать необходимой полнотой и выполнять определенные частные функции;
  - минимизации внешних связей подсхем, либо, если электрические соединители модулей заданы, чтобы число внешних связей не превысило число контактов соединителя;



- максимального заполнения отводимого конструктивного пространства модулями, компоненты не должны существенно отличаться между собой по габаритным размерам и массе;
- модули подсхем должны рассеивать приблизительно одинаковые мощности во избежание местных перегревов;
- модули подсхем не должны быть чрезмерно чувствительными к электрическим, магнитным и электромагнитным помехам и не должны создавать чрезмерных помех.



- **Функциональная законченность подсхем** сокращает число межмодульных электрических соединений, позволяет вносить конструктивные изменения на более поздних стадиях проектирования, упрощает и удешевляет контроль модулей.



## Разделение конструкции РЭУ и ГИВС на уровни позволяет:

- 1) организовать производство по независимым циклам для каждого структурного уровня;
- 2) автоматизировать процессы сборки и монтажа;
- 3) сократить период настройки, так как может быть произведена предварительная настройка отдельных конструктивных единиц порознь;
- 4) автоматизировать решение задач размещения элементов и трассировки соединений;
- 5) унифицировать стендовую аппаратуру для испытания конструктивных единиц;
- 6) повысить надежность конструктивных единиц.



## **Принципы иерархического конструирования.**

- В настоящее время получили широкое распространение такие принципы конструирования, как моносхемный, схемно-узловой, каскадно-узловой, функционально-узловой и модульный.



- **Моносхемный принцип конструирования** заключается в том, что полная принципиальная схема радиоэлектронного аппарата располагается на одной печатной плате и, поэтому, выход из строя одного элемента приводит к сбою всей системы.
- **Оперативная замена вышедшего из строя элемента** затруднена из-за сложности его обнаружения. РЭУ, построенная по моносхемному принципу, должна быть смонтирована из нескольких БИС, в которых предусмотрены меры увеличения надежности путем введения аппаратурной и информационной избыточности. Нахождение неисправностей при этом должно производиться программными методами.



- **Схемно-узловой принцип конструирования.** При этом принципе конструирования на каждой из печатных плат располагают часть полной принципиальной схемы радиоаппарата, имеющую четко выраженные входные и выходные характеристики. По такому принципу сконструированы настольные и бортовые приборы, где различные устройства приборов выполняют на одной или нескольких платах, а объединение их между собой производят с помощью коммутационной платы и проводных жгутов.





- **Каскадно-узловой принцип конструирования** заключается в том, что принципиальную схему радиоаппарата делят на отдельные каскады, которые не могут выполнять самостоятельных функций. Системы с относительно сложной и большой структурой строятся по каскадно-узловому принципу, а системы с более простой структурой - по схемно-узловому принципу.



- **Функционально-узловой принцип конструирования** нашел широкое распространение при разработке больших систем. Базовым элементом конструкции здесь является ТЭЗ. Имея необходимый набор ТЭЗ, можно построить целый ряд систем с различными техническими характеристиками.
- **Модульный принцип конструирования** предполагает, что основные функциональные узлы аппаратуры взаимосвязаны с помощью одного канала. Чтобы установить связь с модулем-приемником, модуль-передатчик посылает нужный сигнал вместе с адресом по одной (или более) шине. Сигналы поступают на входы всех подключенных к каналу модулей, но отвечает только запрашиваемый.



- Применяя этот принцип, можно построить систему с практически неограниченной производительностью и сложностью, сохраняя при этом гибкость в ее организации, так как разработчик использует ровно столько модулей, сколько ему требуется. Разработчик системы может также легко модернизировать конструкцию, меняя или добавляя отдельные модули и получая при этом необходимые параметры.



## 2. СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРИ МОДУЛЬНОМ КОНСТРУИРОВАНИИ

- **Ускорение разработки и производства аппаратуры, увеличение ее серийности, снижение стоимости можно достигнуть унификацией, нормализацией и стандартизацией основных параметров и типоразмеров печатных плат, блоков, приборных корпусов, стоек, широким применением модульного принципа конструирования.**
- **В основе стандартизации модулей и их несущих конструкций** лежат типовые функции, свойственные многим электронным системам. Для использования при проектировании модульного принципа конструирования разработаны ведомственные нормативы и государственные стандарты, устанавливающие термины, определения, системы типовых конструкций модульных систем.



- **Конструкционная система** должна представлять многоуровневое семейство модулей с оптимальным составом набора, обеспечивающим функциональную полноту при построении аппаратуры определенного назначения. Все модули системы должны быть совместимы между собой по конструктивным, электрическим и эксплуатационным параметрам.

**Базовый принцип.** **Базовым** называется принцип конструирования, при котором частные конструктивные решения реализуются на основе стандартных конструкций модулей или конструкционных систем модулей (базовых конструкций), разрешенных к применению в аппаратуре определенного класса, назначения и объектов установки.



- **При разработке базовых конструкций** должны учитываться особенности современных и будущих разработок. При этом частные конструктивные решения обобщаются, а основные свойства и параметры закладываются в конструкции, которые стандартизируются, поставляются и рекомендуются для широкого применения.
- **Базовые конструкции** не должны быть полностью конструктивно завершенными, необходимо предусматривать возможность их изменения для создания модификаций аппаратурных решений. Иерархическое построение базовых конструкций с гибкой структурой и числом уровней не более четырех является вполне достаточным для разработки РЭУ любой сложности.



- **Единый размерный модуль обеспечивает компоновку различных изделий** конструкционной системы как в пространстве, например в трех различных плоскостях комплектного корпуса или блока, так и на плоскости - на поверхности одноплатного изделия. **Для каждого уровня базовых конструкций устанавливаются ряды размеров** по L, H, B, каждый из которых взаимосвязан с рядами размеров других уровней с целью обеспечения конструктивной совместимости. Каждый последующий член ряда образуется приращением к предыдущему принятого значения модуля.





- Для конкретного проектирования базовых конструкций из отдельных членов рядов составляются оптимальные типоразмеры, среди которых выделяются предпочтительные.
- Главным исходным требованием при выборе типа размера является плотность компоновки, определяемая отношением числа активных элементов и корпусов ИС к площади (объему) изделия.





- Типоразмеры являются рабочим средством достижения сквозной совместимости изделий системы. Например, типоразмеры плат образуются с учетом стандартной установки их в соответствующий корпус, а типоразмеры корпусов, в свою очередь, устанавливаются с учетом осуществления взаимоприменений.

**Модули нулевого уровня.** На низшем нулевом уровне конструктивной иерархии РЭУ находятся МС. По функциональному назначению МС делят на логические (цифровые), линейно-импульсные и линейные (аналоговые). Элементы электрической схемы полупроводниковых МС формируют в объеме или на поверхности полупроводникового материала (подложки).



- **Формирование активных и пассивных элементов схемы** производят введением концентраций примесей в различные части монокристаллической пластины. В зависимости от применяемых активных элементов полупроводниковые МС подразделяют на схемы с биполярными и униполярными структурами. В гибридных МС пассивную часть схемы выполняют в виде пленок, наносимых на поверхность диэлектрического материала (подложки), а активные элементы, имеющие самостоятельное конструктивное оформление, крепят к поверхности подложки.
- **Степень интеграции**  $K_{\text{и}}$  микросхемы определяется числом  $N$  содержащихся в ней элементарных схем:  $K_{\text{и}} = [\lg N] + 1$ , где  $[\lg N]$  - целая часть  $\lg N$ .



- **Микросхема**, содержащая до 10 элементарных схем, имеет первую степень интеграции (малая МС), до 100 схем - вторую (средняя МС), до 1000 схем - третью (БИС), свыше 1000 схем - сверхбольшую МС (СБИС).
- **Ряд функциональных микросхем**, объединенных по виду технологии изготовления, напряжениям источников питания, входным и выходным сопротивлениям, уровням сигналов, конструктивному оформлению и способам монтажа, образуют серию МС.
- **Обычно в серию МС** входит такой набор функциональных микросхем, из которых можно построить законченное устройство. Существуют также серии специальных микросхем, предназначенных для работы в специфических условиях, или специального назначения.



**Корпуса микросхем.** По конструктивному оформлению МС делят на корпусные с выводами, корпусные без выводов и бескорпусные. Корпуса МС служат для защиты помещенных в них полупроводниковых кристаллов, подложек и электрических соединений от внешних воздействий. Корпуса микросхем бывают металлостеклянными, металлокерамическими, металлопластмассовыми, стеклянными, керамическими и пластмассовыми.

- В первых трех разновидностях корпусов крышка выполняется металлической, а основание - стеклянным, керамическим или пластмассовым. Металлическая крышка обеспечивает эффективную влагозащиту при хорошем отводе теплоты от кристалла, снижает уровень помех.



В пластмассовых и керамических корпусах крышку и основание выполняют из однородного материала. На корпус МС наносится маркировка в соответствии с ее условным обозначением и выполняется нумерация выводов относительно ключа или метки. По форме тела корпуса и расположению выводов корпуса делят на типы и подтипы.

Для правильной установки МС на плату корпуса имеют ключ, расположенный в зоне первого вывода. Ключ делается визуальным в виде металлизированной метки, выемки или паза в корпусе, выступа на выводе и пр. В поперечном сечении выводы корпусов имеют круглую, квадратную или прямоугольную форму. Шаг между выводами составляет 0,625; 1,0; 1,25; 1,7 и 2,5 мм.



Каждый тип корпуса имеет достоинства и недостатки. Корпус с планарными выводами для установки и монтажа требует на печатной плате почти вдвое больше площади, чем тех же размеров корпус, но с ортогональным расположением выводов. Однако жесткие штыревые выводы с ортогональной ориентацией относительно основания позволяют устанавливать микросхемы на плату без дополнительной поддержки даже при жестких вибрационных и ударных нагрузках. Пластмассовые корпуса дешевы, обеспечивают хорошую защиту от механических воздействий, но хуже других типов корпусов защищают от климатических воздействий, перегрева.

Основной недостаток корпусных микросхем и построенных на них устройств - большой объем вспомогательных конструктивных элементов: корпусов, выводов, элементов герметизации, и т. п., не несущих функциональной нагрузки.





Использование корпусных микросхем приводит к непроизводительно большим затратам полезного объема и массы устройства, уменьшает на один - два порядка плотность компоновки элементов по сравнению с плотностью их размещения в кристалле или на подложке.

**Микросборки.** **Наивысшая плотность компоновки РЭУ** имеет место при использовании бескорпусных компонентов. Однако установка и монтаж последних на печатных платах не обеспечивает высокой плотности компоновки из-за низкой разрешающей способности монтажа. На сегодняшний день возможности печатного монтажа практически исчерпаны. Введение в конструкцию промежуточного элемента - подложки - устранит этот недостаток.



- **Бескорпусные активные компоненты** фиксируются клеем на подложке, на которой методом тонко- или толстопленочной технологии выполняются проводники, контактные площадки цепей входа и выхода, пленочные пассивные компоненты. Подобные конструкции называют микросборками. Микросборки представляют собой бескорпусные гибридные МС индивидуального применения.





- **Интегральные микросхемы микросборок** не обязательно должны быть согласованы по входу и выходу, это обеспечивается пассивными элементами схемы микросборки. В отличие от универсальных БИС, используемых в разнообразной аппаратуре, микросборки разрабатывают под конкретную аппаратуру для получения высоких показателей ее микроминиатюризации, уменьшения потерь полезного объема аппаратуры.



**Модули первого уровня. При конструировании модулей первого уровня выполняются следующие работы:**

- Изучение функциональных схем с целью выявления одинаковых по назначению подсхем и унификации их структуры в пределах изделия, что приводит к уменьшению многообразия подсхем и номенклатуры различных типов ТЭЗ.
- Выбор серии микросхем, корпусов микросхем, дискретных радиоэлементов.
- Выбор единого максимально допустимого числа выводов соединителя для всех типов модулей. За основу принимают число внешних связей наиболее повторяющегося узла с учетом цепей питания и нулевого потенциала и до 10 % запаса контактов на возможную модификацию.



- Определение длины и ширины печатной платы. Ширина платы, как правило, кратна или равна длине соединителя с учетом полей установки и закрепления платы в модуле второго уровня. Требования по быстродействию и количество устанавливаемых на плату компонентов влияют на ее длину.
- Собственно конструирование печатных платы.
- Выбор способов защиты модуля от перегрева и внешних воздействий.
- **Широкое распространение получила плоская компоновка модуля, когда компоненты схемы устанавливают в плоскости платы с одной или двух сторон.**



- Для плоской компоновки характерна малая высота установки компонентов по сравнению с длиной и шириной платы. Простота выполнения монтажных работ, легкость доступа к компонентам и монтажу, улучшенный тепловой режим являются основными преимуществами плоской компоновки. Если для внешней коммутации модуля вводится соединитель, то подобную конструкцию называют типовой элемент замены (ТЭЗ) (рис. 3.). На печатную плату устанавливают микросхемы 4 и для исключения влияния на работу микросхем помех по электропитанию - развязывающие конденсаторы 5.
- Лицевая панель выполняет одновременно несколько функций.

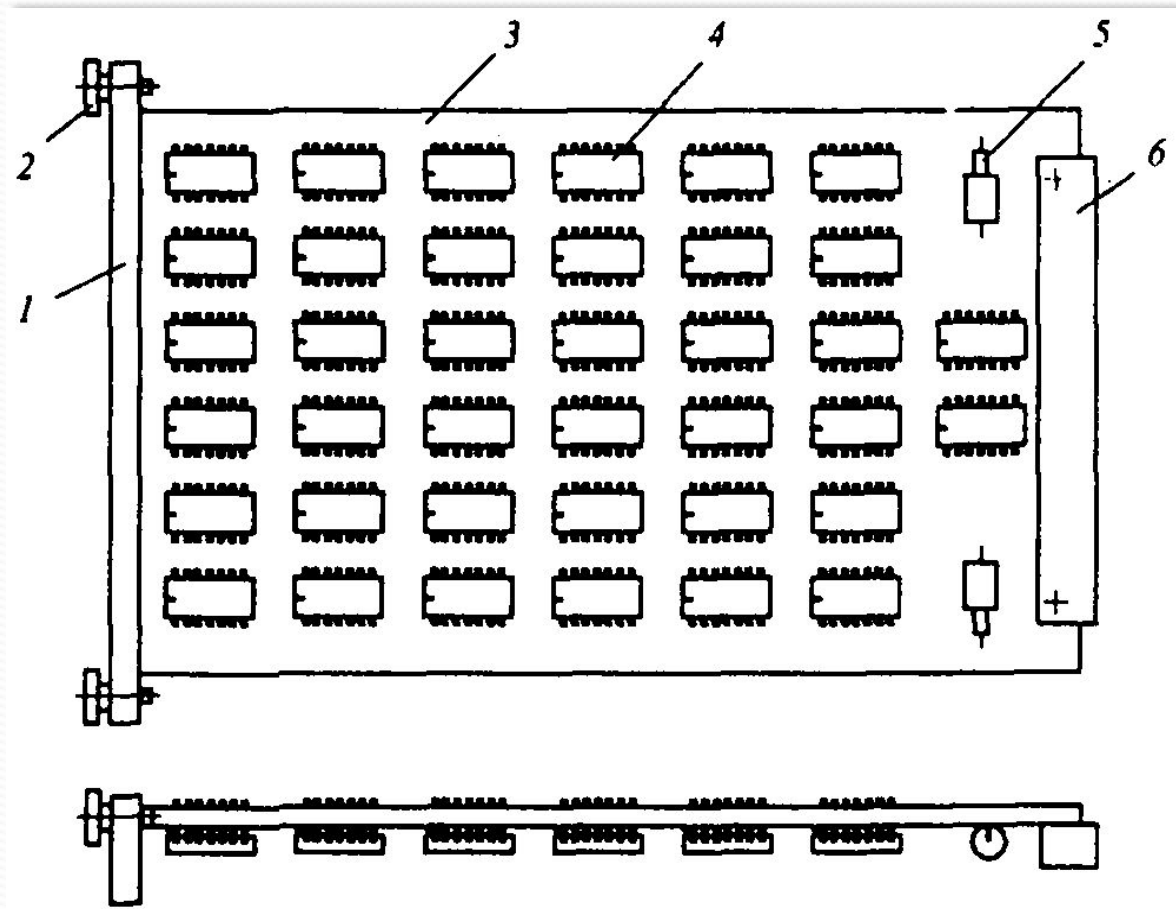


Рис. 3.

1-лицевая панель, 2-невывпадающий винт, 3-печатная плата, 4-микросхема, 5-развязывающий конденсатор, 6-электрический соединитель (разъем).



- **На ней располагают элементы** индикации и управления, контрольные гнезда, иногда электрические соединители, которые взаимодействуют с платой проводным монтажом. На панели в резьбовые отверстия помещают невыпадающие винты 2, которыми ТЭЗ жестко фиксируется на несущей конструкции модуля второго уровня, наносится адрес, позволяющий отличить ТЭЗ среди подобных в наборе РЭУ, а также предотвратить неправильную установку ТЭЗ.
- **Панель и электрический соединитель** крепят к печатной плате винтовым или заклепочным соединением. В условиях жестких механических воздействий плату ТЭЗ устанавливают на рамку, что увеличивает жесткость конструкции. При большом числе внешних цепей на ТЭЗ устанавливают несколько соединителей, располагающихся на одной или нескольких сторонах платы.



- **В блоках транспортируемой аппаратуры** печатные платы модулей, как правило, закреплены жестко на несущей конструкции. Модули первого уровня взаимодействуют между собой приборными соединителями печатного монтажа, непосредственной подпайкой проводов к монтажным отверстиям плат, с использованием переходных штырьков и колодок.
- **Соединители** обеспечивают быструю замену модулей и бывают прямого и косвенного сочленения. Вилка соединителя прямого сочленения является частью печатной платы с печатными ламелями, розетка соединителя - открытого и закрытого исполнения. В розетках открытого исполнения прорезь для установки печатной платы открыта с концов, что позволяет устанавливать в нее различные по ширине платы.





- **Розетки закрытого типа** ограничены с концов торцевыми поверхностями и служат для установки плат фиксированной ширины. Взаимная ориентация модуля и розетки осуществляется перегородкой в розетке и пазом под эту перегородку в концевой части печатной платы. Фиксация модуля в розетке открытого исполнения производится за счет пружинящих контактов розетки, в розетке закрытого исполнения могут быть защелки на торцевых поверхностях соединителя.
- **Расстояние между соседними печатными ламелями** выбирается из ряда: 1,25; 2,5; 3,75 и 5 мм. Малое омическое сопротивление и высокая износостойкость контактной пары ламель - контакт розетки достигается покрытием медных поверхностей ламелей серебром, палладием, золотом, родием. Толщина покрытия варьируется в пределах 3-50 мкм.





- При конструировании печатных плат необходимо решать задачи:
  - выбор проводниковых и изоляционных материалов, формы и размеров печатных плат, способов установки компонентов;
  - определение ширины, длины и толщины печатных проводников, расстояний между ними, диаметров монтажных и переходных отверстий, размеров контактных площадок;
  - трассировка печатного монтажа.



**Конструирование модулей уровней 2 и 3. К элементам уровней 2 и 3 конструктивной иерархии относятся панели, блоки, субблоки, шкафы, стойки. К ним можно отнести также тумбы, столы, корпуса частичные, комплексные и другие виды конструктивных элементов, характерные для тех или иных конструкционных систем. Все они должны обеспечивать:**

- 1) требуемую механическую жесткость и прочность;
- 2) удобство в сборке, наладке и эксплуатации;
- 3) оперативную замену вышедших из строя конструктивных элементов;



4) минимальный вес при сохранении требуемой жесткости; надежное закрепление конструктивных элементов;

5) максимальное использование унифицированных деталей и их взаимозаменяемость.

При разработке конструкции блоков, субблоков, панелей, стоек, и т. д. следует использовать такие конструкционные материалы и покрытия, которые отвечают предъявляемым требованиям по условиям эксплуатации.



**Модули второго уровня.** К модулям второго уровня относятся блоки различных видов, в том числе одноплатные бескаркасные приборы.

- **Несущей конструкцией** одноплатного бескаркасного настольного прибора со встроенным блоком питания обычно является основание. Для придания жесткости в углах конструкции основания задается определенная форма и устанавливаются кронштейны для закрепления передней и задней панели, боковых стенок и крышки. Для закрепления модулей в основании прибора могут выполняться выдавки с отверстиями, в которые вставляют резьбовые втулки под винты.



- На основание прибора устанавливают блок питания, все дополнительные устройства прибора, и объединительную плату электроники с соединителями для ТЭЗ и другими недостающими компонентами схемы прибора. В зарубежной литературе такую плату называют motherboard—материнской платой.
- При конструировании блоков РЭУ с достаточно большим количеством ТЭЗ применяют стеллажный, этажерочный и книжный варианты конструкций в форме параллелепипеда в негерметичном и герметичном исполнении.

**Блоки стеллажного типа** (рис. 4) компонуются из ТЭЗ, которые устанавливаются в один или несколько рядов перпендикулярно монтажной панели.



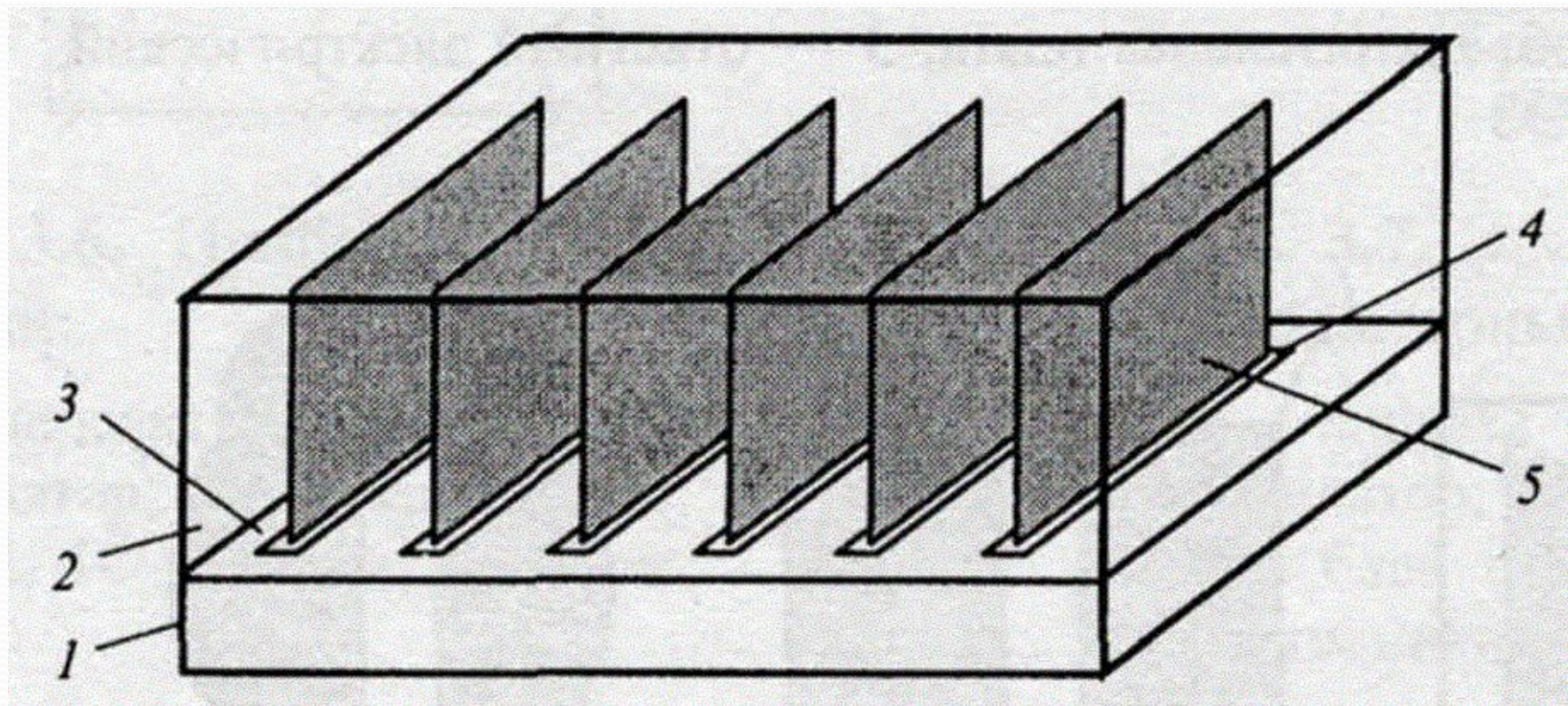


Рис. 4.

1-каркас, 2-лицевая панель,  
3-монтажная панель, 4-соединитель, 5-ТЭЗ.



Основным конструктивным элементом блока является каркас 1 с монтажной панелью и соединителями 4. Относительно лицевой панели монтажная панель может занимать как горизонтальное, так и вертикальное поперечное или продольное положение.

Блоки с защитными кожухами и крышками являются самостоятельными приборами и в таком виде эксплуатируются. На переднюю панель прибора настольного типа устанавливают элементы индикации, измерительные узлы, элементы управления, электрические соединители. Элементы управления и соединители, не требующие частого доступа, а также предохранители выносят на заднюю панель.



При компоновке изделий необходимо обеспечить свободный доступ к электрическим соединителям монтажных панелей для контроля и к ТЭЗ для их замены. Если монтажная панель ориентирована горизонтально, то крышку и поддон прибора необходимо выполнять съемными, если вертикально - лицевую и заднюю панели нужно делать съемными или откидными.

Горизонтальное расположение монтажной панели затрудняет охлаждение блоков естественной конвекцией, поэтому их обычно используют в приборах настольного типа с низкой плотностью компоновки, либо совместно с вентиляторами, направляющими потоки охлаждающего воздуха вдоль каналов, образованными рядами плат расположенных по соседству ТЭЗ.





**При комплектации блоками** рам и стоек шкафного типа в конструкции блоков не вводят кожухи или крышки. При значительной длине ТЭЗ блок с вертикальным расположением монтажной панели можно устанавливать непосредственно в стойку.

**Конструктивное исполнение блоков разнообразно**, но у всех блоков можно отметить наличие монтажной панели (шасси), каркаса, направляющих и элементов фиксации в модуле высшего уровня. На монтажных панелях выделяют центральную и периферийную зоны. В центральной зоне располагают ответные части соединителей ТЭЗ и направляющие, в периферийной - колодки или соединители внешней коммутации, жгуты, подводы напряжения питания и нулевого потенциала. Желательно ответные соединители ТЭЗ устанавливать на многослойную печатную плату.



Однако в процессе отработки аппаратуры часто появляется необходимость во внесении изменений, которые проще всего выполнить проводным монтажом. Используется монтаж одиночным проводом, свитой парой, жгутовой монтаж. При использовании жгутов на монтажной панели блока предусматривают пазы или углубления, в которых жгуты размещают и закрепляют.

**Направляющие вводятся в конструкции** для быстрого сочленения ТЭЗ с ответными частями соединителей без заклинивания или перекоса, поддержки платы ТЭЗ при ударах и вибрациях, создания пути для кондуктивного отвода теплоты. Для входа и перемещения платы в направляющих по краям платы предусматривают свободную от печатного монтажа зону шириной 2-3 мм. Различают коллективные направляющие, предназначенные для установки одновременно нескольких ТЭЗ, и индивидуальные.



- **В качестве конструкционных материалов** направляющих используется пластмасса и металл. Тепловое сопротивление металлических направляющих ниже, чем пластмассовых, и зависит от конкретной конструкции.
- **Элементы крепления и фиксации** должны исключить возможность выпадения ТЭЗ при воздействии ударов и вибраций. Предусматривается индивидуальное или групповое крепление ТЭЗ. Для индивидуального крепления рекомендуется использовать невыпадающие винты, защелки. В большинстве случаев групповое крепление осуществляется прижимной крышкой с наклеенной с внутренней стороны пористой прокладкой.



- **В блоках книжной конструкции** механическое объединение печатных плат между собой и с несущей конструкцией обеспечивается шарнирными узлами, позволяющими поворачивать платы подобно страницам книги. Шарнирные узлы могут выполняться совместно с рамкой, индивидуально, на шарнирный узел может устанавливаться одна или несколько плат. В рабочем состоянии платы объединяют в пакет стяжными винтами. Электрические соединения выполняют объемными проводами или печатными жгутами.
- В блоках с откидными платами (рис. 5) платы 2 механически объединяют между собой и с несущей конструкцией 4 подвижным соединением на оси 5, позволяющим обеспечивать откидывание любой платы и контроль этой платы в откинутом положении при функционировании блока.



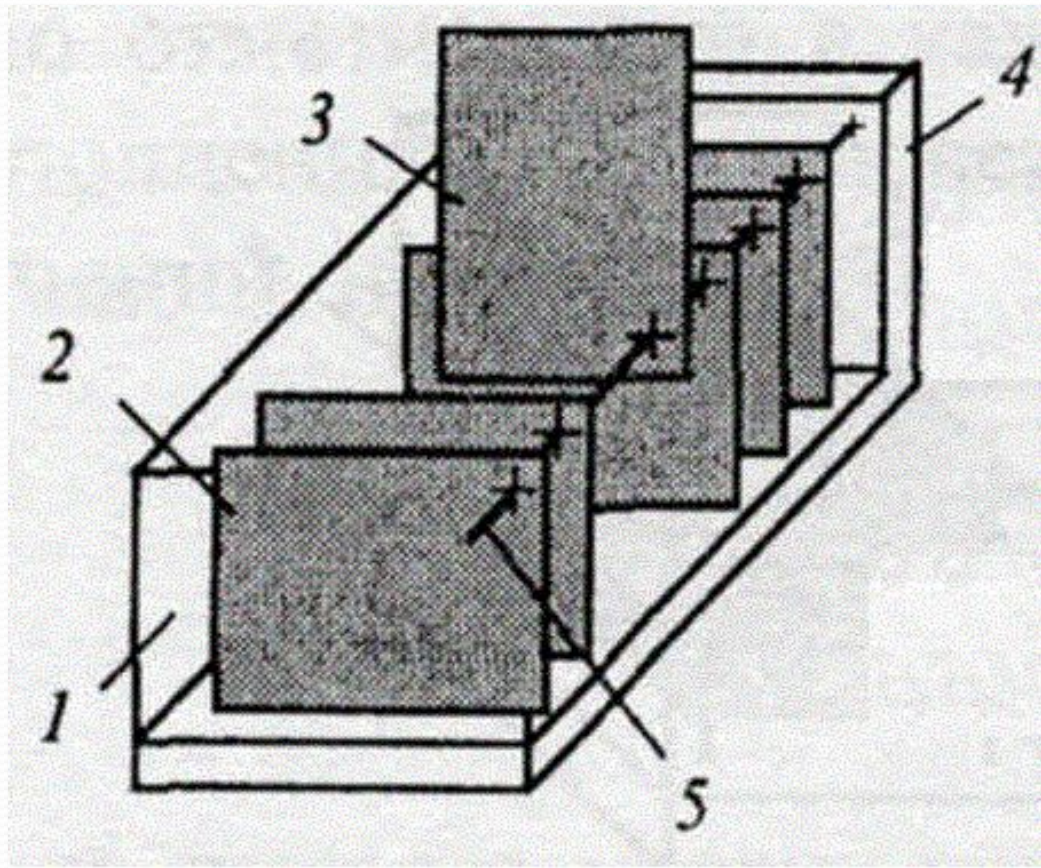


Рис. 5.

1-кожух, 2-плата, 3-откинутая плата, 4-несущая конструкция, 5-ось шарнира.



- В рабочем состоянии платы объединяют в пакет и крепят к несущей конструкции. Электрические соединения выполняют объемными проводами, жгутами, соединителями.
- При разработке электромонтажной схемы блока необходимо предусмотреть подвижность монтажа, например, искусственным увеличением длины жгута для обеспечения откинутого положения платы. Возможны вертикальное и горизонтальное направление откидывания плат.
- В качестве недостатка этого вида компоновки следует отметить некоторое увеличение длины монтажных проводов.

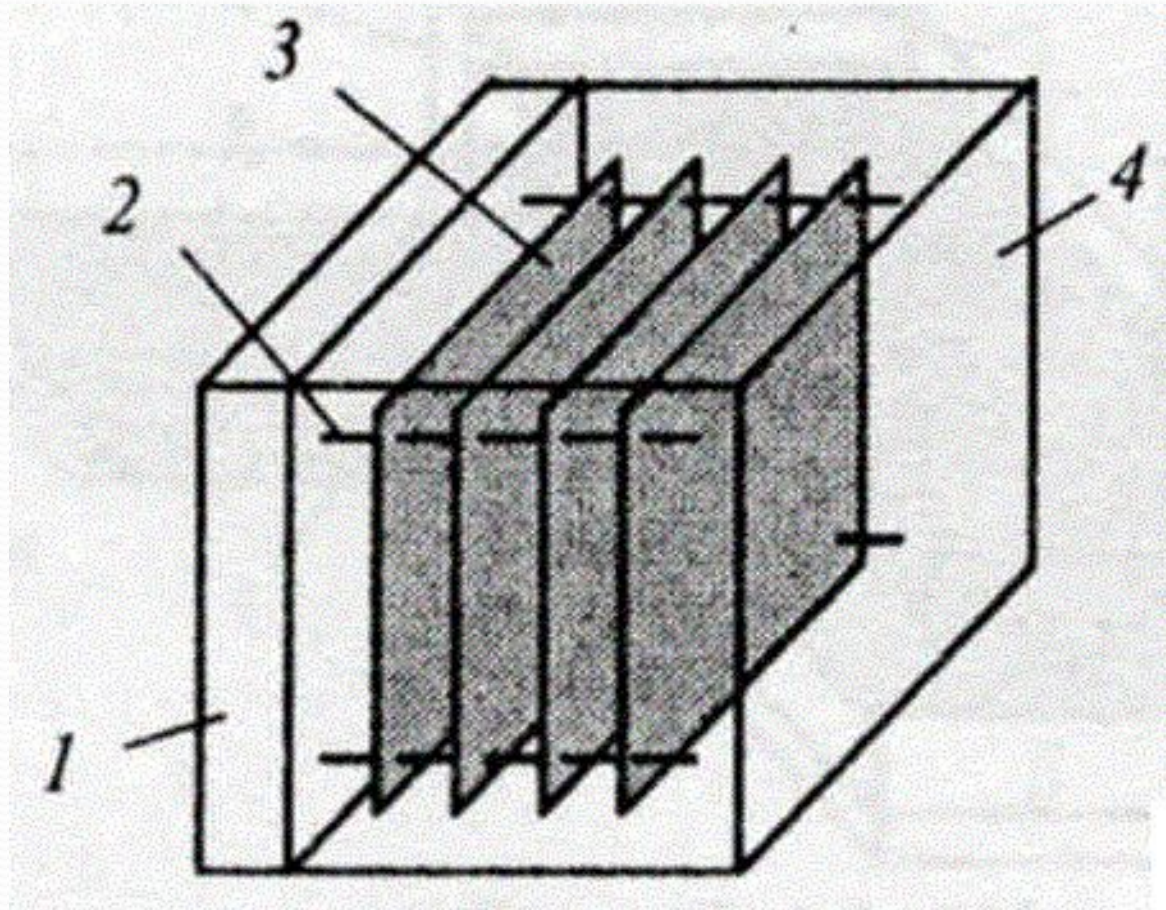


Рис. 2.4.  
1-установочная панель, 2-стяжной винт, 3-плата, 4-кожух.





- Этажерочная компоновка блока (рис. 6) достигается параллельным объединением между собой плат 3 и установочной панели в единую конструкцию стяжными винтами 2. Нужный шаг установки между платами пакета обеспечивается введением в конструкцию распорных втулок. Несущей конструкцией блока является установочная панель. Возможны вертикальная и горизонтальная установка панели в модуле высшего уровня. На выбор способа ориентации панели влияет конструкция, тепловой режим блока, характер и направление внешних механических воздействий. Межплатные электрические соединения в блоке осуществляют жгутовым монтажом, фиксированным паяным, разъемными соединениями.





Внешние соединители должны устанавливаться на несущей конструкции блока 1. Преимуществом компоновки является простота конструкции, недостатком - низкая ремонтпригодность.

Ориентация и расстояния между платами ТЭЗ зависят от технических требований на аппаратуру, теплового режима, характера и направлений внешних воздействий. Выбор варианта конструкции диктуется производственными и техническими требованиями. Производственные условия рекомендуют применять однотипные конструкции ТЭЗ, элементов несущих конструкций, фиксации, крепления, монтажа.



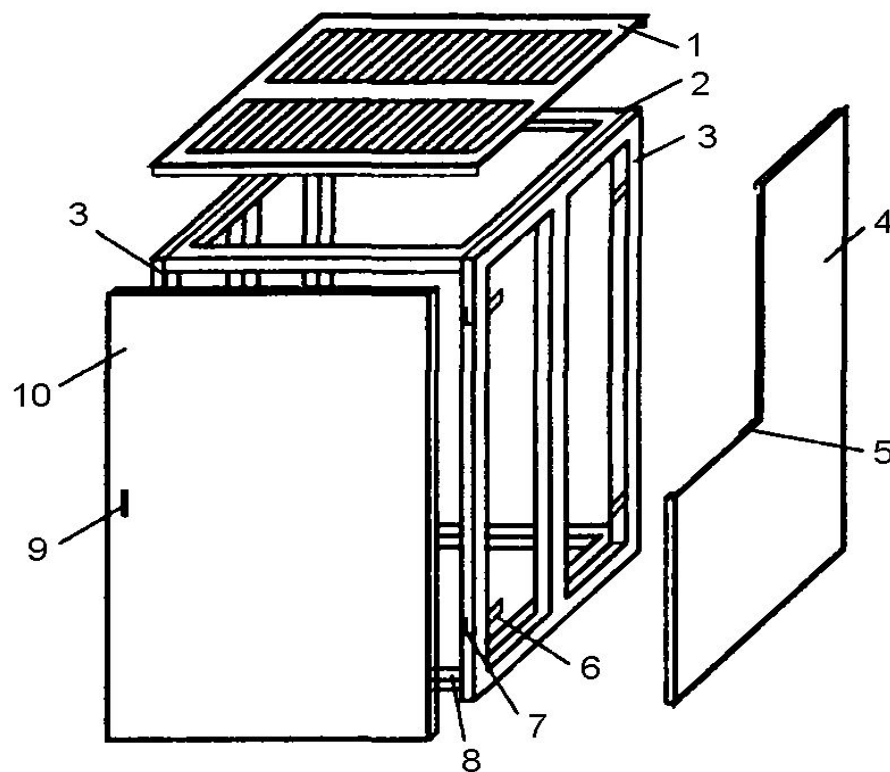
В герметичные корпуса блоков устанавливают один или несколько пакетов модулей первого уровня, особо чувствительных к влиянию условий эксплуатации. Компактные герметичные блоки могут размещаться в любом месте объекта эксплуатации, что является преимуществом подобной компоновки, но при этом возрастают длины электрических соединений между блоками. Необходимо отметить, что в каждом конкретном случае выбор конструктивного исполнения блока решается комплексно и с учетом ограничений, накладываемых объектом эксплуатации.

**Модули третьего уровня.** Модуль третьего уровня конструктивной иерархии - стойка, шкаф - предназначен для установки и коммутации блоков или рам (объединенных конструктивно блоков) и обеспечения их работоспособности в составе РЭУ.



Конструктивной основой любой стойки является каркас, обычно изготавливаемый из стального уголкового профиля или труб прямоугольного или квадратного сечений. На рис. 6 представлен каркас шкафной стойки, который собирается из двух боковин 3, нижнего 8 и верхнего 2 оснований каркаса. Боковины и основания сварены из труб и в единую конструкцию объединяются болтовым соединением. Для этого в трубы боковин и оснований в местах болтовых соединений помещаются вкладыши, имеющие форму и размеры поперечного сечения отверстий труб. Вкладыши обеспечивают требуемую жесткость соединения и предохраняют от сминания трубы при завинчивании болтов деталей каркаса. Чаще всего каркас стойки выполняется цельносварным.

Рис. 6.



### Каркас шкафной стойки

1- крышка, 2- верхнее основание каркаса, 3- боковина, 4 - щит, 5 - элемент жесткости щита, 6 - кронштейн, 7 - подвеска дверцы, 8 - нижнее основание каркаса, 9 - ручка, 10 - дверца.



На каркасе закрепляется крышка 1 с вентиляционными отверстиями, два боковых щита 4 и подвешиваются дверцы 10. Для придания жесткости с внутренней стороны поверхности щита и дверцы приваривается элемент жесткости 5, проходящий по всей высоте дверцы и щита. Щит 4 к боковине каркаса 3 закрепляется с внутренней стороны стойки винтовым соединением. Для этого по периметру боковин 3 каркаса приваривают кронштейны 6, и, напротив, в соответствующих местах щита - скобы с отверстиями под резьбу. Щит подтягивается к каркасу и фиксируется по всей плоскости боковины 3.



Дверцы 10 подвешиваются на петлях к подвескам 7 и имеют кнопку-ручку 9, при нажатии на которую защелка выходит из фиксируемого положения и под действием отжимной пружины свободный край дверцы отходит от каркаса. К использованию магнитных защелок нужно подходить осторожно, так как при этом неизбежно появление магнитных полей и возможно их влияние на работающую аппаратуру.

Дверцы и щиты должны плотно прилегать к каркасу без щелей, через которые происходит утечка охлаждающего воздуха, а внутрь стойки проникает пыль, внешние электрические, магнитные и электромагнитные поля. По требованиям техники безопасности, а также из соображений экранирования стойки электрическое сопротивление между деталями каркаса, дверцами и щитами должно быть минимальным.



- Для этого детали каркаса, щиты, дверцы электрически объединяют оплеткой экранированного проводника с контактными лепестками «под винтовое соединение». На детали каркаса привариваются бобышки, на щиты и дверцы - скобы. В бобышках и скобах нарезают резьбовые отверстия, и устанавливают контактные лепестки оплетки.
- Блоки в стойке коммутируют жгутом, закрепляемым на монтажной панели стойки. Этот же жгут подводит сигнальные цепи к соединителям внешней коммутации, размещаемым на боковых поверхностях или поддоне стойки.





- **Компоновка стоек** вставными разъемными блоками широко используется при конструировании транспортируемой (бортовой) аппаратуры и стоек электропитания. Внешняя коммутация блоков осуществляется приборными или приборно-кабельными соединителями, обеспечивающими быструю замену блоков.





- **Введение приборно-кабельного соединителя** обеспечивает работу РЭУ при частично выдвинутом или удаленном из стойки для контроля блоке, но приводит к увеличению длин соединений и, как следствие, понижению быстродействия.
- **Установка на блок приборного соединителя** не удлиняет соединений, но для проверки его работоспособности в составе стойки требуется ее отключение, установка блока в переходное устройство, искусственно смещающее ответный соединитель монтажной панели к лицевым панелям блока, включение аппаратуры и собственно контроль. Подобные действия увеличивают время подготовки для выполнения операций контроля, а введение переходного устройства может привести к искажению сигналов.



- При использовании приборно-кабельных соединителей приборная часть соединителя устанавливается на тыльную сторону блока, блок вставляется и фиксируется в стойке. В стойке отсутствует монтажная панель, а коммутация блоков обеспечивается кабелями, закрепляемыми в пазах стойки на стороне, противоположной лицевым панелям блоков. Ответные части кабельных соединителей вставляются в приборные блоки и фиксируются на блоках.
- Часто в одной и той же стойке размещаются неразъемные и разъемные вставные блоки. Первые, как правило, осуществляют обработку информации, а вторые — охлаждение и снабжение электропитанием блоков обработки информации.



- **Шкафная стойка рамной конструкции** komponуется из блоков, глубина которых во много раз меньше глубины каркаса стойки. В этом случае блоки устанавливают в промежуточную конструкцию — раму. В стойке размещают вертикально несколько рам. Количество рам зависит от глубины стойки и рамы. Глубина рамы несколько больше глубины устанавливаемых в стойку блоков (с учетом объема межблочной коммутации). В единую конструкцию рамы объединяются каркасом стойки.



- В двухрамной стойке для доступа к монтажным сторонам и лицевым панелям блоков одна или обе рамы выполняют поворачивающиеся вокруг оси подвески. При открытых дверцах и рамах, находящихся в рабочем вдвинутом состоянии, рамы ориентируют монтажными сторонами наружу, что позволяет контролировать сигнальные цепи блоков рамы контрольно-измерительной аппаратурой.



- **Коммутацию в стойке** рам между собой удобно выполнять плоским объемным или печатным жгутом. Для этой цели со стороны подвески рам на боковой поверхности устанавливают соединители внешней коммутации. Эти же соединители на неподвижной раме можно использовать для межстоечной коммутации.