

БИБЛИОТЕКА



КОНСТРУКТОРА

Ф. И. Романов, В. А. Шахнов

**КОНСТРУКЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ
МИКРО-ЭВМ**

Оглавление

	Стр.
Предисловие	3
Введение	5
1. Микро-ЭВМ — новый класс средств вычислительной техники. Виды компоновок	9
2. Конструкционная система	24
3. Размерные соотношения конструкционной системы	42
4. Выбор типоразмеров базовых конструкций	73
5. Некоторые вопросы дизайна и эргономики	101
Заключение	110
Приложение 1. Комплексная программа стандартизации	112
Приложение 2. Термины и определения, используемые в книге	115
Список литературы	118

Романов Ф. И., Шахнов В. А.

Р69 Конструкционные системы микро-ЭВМ. — М.: Радио и связь, 1983. — 120 с., ил. — (Б-ка конструктора радиоэлектронной аппаратуры).

40 к.

Рассмотрены конструктивные особенности однокорпусных (однокристалльных), одно- и многоплатных микро-ЭВМ, выпускаемых в СССР и за рубежом, приведены общие принципы построения конструктивных систем микро-ЭВМ и некоторые правила их проектирования. Даны примеры выбора базовых конструкций для компоновки микро-ЭВМ. Рассмотрены вопросы дизайна микро-ЭВМ.

Для разработчиков, конструкторов, технологов и других специалистов, занимающихся созданием микро-ЭВМ или систем, включающих микро-ЭВМ.

Р 2402020000-166
046(01)-83 52-83

ББК 32.972
6Ф7.3

РЕЦЕНЗЕНТЫ: канд. техн. наук А. П. НЕНАШЕВ,
канд. техн. наук В. К. ФЕДОРОВ

Редакция литературы по конструированию
и технологии производства радиоэлектронной аппаратуры

Федор Иванович Романов
Вадим Анатольевич Шахнов

КОНСТРУКЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ МИКРО-ЭВМ

Редактор Н. К. Калинина
Художественный редактор Н. С. Шешин
Технические редакторы А. Н. Золотарева, И. Л. Ткаченко
Корректор Г. Г. Лев

ИБ № 553

Сдано в набор 27.04.83 г. Подписано в печать 4.08.83 г.
Т-13650 Формат 60×90/16 Бумага тип. № 2 Гарнитура литературная
Печать высокая Усл. печ. л. 7,5 Усл. кр.-отт. 7,875 Уч.-изд. л. 7,71
Тираж 15 000 экз. Изд. № 19732 Зак. № 57 Цена 40 к.
Издательство «Радио и связь». 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Типография издательства «Радио и связь» Госкомиздата СССР
101000 Москва, ул. Кирова, д. 40

© Издательство «Радио и связь», 1983

Предисловие

Сравнительно недавно появившийся новый класс вычислительной техники — микро-ЭВМ — получил широкое распространение. Это объясняется многими причинами, среди которых прежде всего следует отметить низкую стоимость микро-ЭВМ, высокую надежность, простоту обслуживания, возможность встраивания в объект управления. Популярности микро-ЭВМ способствуют определенные характеристики конструкции, обеспечивающие оптимальный режим работы в различных условиях эксплуатации объектов управления.

Конструкция микро-ЭВМ вследствие миниатюризации элементов, унификации их размеров и средств монтажа, организации оригинальной архитектуры приобрела новые конкретизированные свойства, облегчающие совместимость (функциональную, информационную, конструктивную и др.) микро-ЭВМ при работе в составе различных функциональных систем. Конструктивная совместимость достигается выполнением определенных правил построения базовых конструкций, выраженных в виде конструкционной системы микро-ЭВМ.

Конструкционные системы различных структур и наименований широко рассматриваются в литературе. Наиболее характерные из них три вида:

базовые конструкции для Единой системы ЭВМ и Системы малых ЭВМ;

унифицированные типовые конструкции для РЭА;
 типовые конструкции для микроэлектронной аппаратуры.

Однако эти конструкционные системы не учитывают особенности микро-ЭВМ и требований международных стандартов (МС). Они не обеспечивают, в частности, конструктивную совместимость функциональных изделий, например, в одной функциональной системе, используемой для выполнения определенной цели.

В книге предпринята попытка показать, что при всем многообразии компоновок и конструкций микро-ЭВМ возможно существование определенной конструкционной системы, общей для целого ряда микро-ЭВМ и совместимой при необходимости в Единой системе ЭВМ и Системе малых ЭВМ, а также с конструкционными системами производственного оборудования, в которое встраивается микро-ЭВМ.

При разработке конструкционных систем и способов компоновки микро-ЭВМ, изложенных в книге, использованы основные

положения системного метода (подхода), применяемого в ряде отраслевых стандартов и в практике проектирования микро-ЭВМ [2—5]. Впервые рассматривается матричный способ компоновки производных изделий на основе единой координатной сетки размеров для базовых конструкций и элементов. На основе теоретических построений и анализа существующих микро-ЭВМ приводятся решения компоновок, проверенные в практике проектирования и производства. Предлагается методика выбора оптимальных структур конструктивных систем.

Ввиду ограниченного объема в книге не отражены проблемы электрических связей и вопросы выбора конструктивных материалов.

Авторы благодарны рецензентам канд. техн. наук А. П. Ненашеву и канд. техн. наук В. К. Федорову за внимательный просмотр рукописи и подробные замечания, учет которых способствовал улучшению содержания книги.

Авторы с признательностью примут от читателей пожелания и замечания по содержанию книги, которые следует направлять по адресу: 101000, Москва, Почтамт, а/я 693.

Авторы

Очевидно, нет нужды обосновывать значение стандартизации при разработках конструктивных систем микро-ЭВМ. Именно стандартизация устанавливает необходимые правила, обеспечивающие совместимость и применяемость, обуславливает достижение экономической эффективности конструктивных систем. Однако дело заключается не только в стандартизации вообще, а в употреблении определенных стандартов оптимального состава, различных категорий и видов, устанавливающих вполне определенные структуры конструктивных систем, номенклатуру видов базовых конструкций и их параметров для достижения совместимости определенных микро-ЭВМ между собой и в производственном оборудовании. Развитие возможностей микро-ЭВМ и областей их применения осуществляется исключительно на основе стандартизации всех ее параметров, в том числе параметров конструкции, компоновки и методов использования.

В настоящее время в стране действуют 3 международных, 13 государственных и более 90 отраслевых стандартов, устанавливающих структуру и основные размеры конструкций в области электроники, электротехники и вычислительной техники. Причем в каждой области (отрасли) действуют различные стандарты, иногда несовместимые между собой как по структуре и типоразмерам, так и по номинальным значениям основных размеров.

Рассматривая действующие стандарты, можно отметить ряд особенностей, затрудняющих осуществление процесса совместимости:

в стандарты включены изделия различной функциональности; структуры систем конструкций имеют разное количество уровней и, вследствие этого, неодинаковые условия входимости изделий;

в стандартах по-разному определяется объект стандартизации, причем в качестве объекта стандартизации иногда выступает не реальный объект, а явление, характеризующее процесс или цель стандартизации, такое, например, как «совместимость», «разукрупнение»;

некоторые стандарты имеют несовместимые или смешанные системы основных размеров и допускаемых отклонений на размеры;

в стандартах устанавливается различная номенклатура типовых размеров базовых конструкций, причем допускаются две крайности: разрешается применение полной номенклатуры или ограниченной до 2—3 типоразмеров.

Многие стандарты не соответствуют в полной мере международным стандартам — СТ СЭВ и МС МЭК.

В общем случае принципы совместимости устанавливаются в ГОСТ 26.203.81. Этот ГОСТ распространяется на агрегатные комплексы средств измерений и автоматизации (АК СИА) [6]. Последние должны создаваться и совершенствоваться на принципах соответствия функциональному назначению АК, совместимости СИА и развития АК, при выполнении которых достигается упорядочение совокупности СИА в АК. Принцип соответствия АК своему функциональному назначению и совокупности решаемых задач должен достигаться удовлетворением требований функциональной, структурной и параметрической полноты комплекса. Принцип совместимости СИА в АК должен обеспечивать их согласованную совместную работу в предусмотренных сочетаниях в составе функциональных систем и при автоматизированной проверке. Принцип совместимости для конкретной функциональной системы достигается единством интерфейсов, стандартизацией требований по функциональной, информационной, энергетической, метрологической, эксплуатационной, конструктивной и надежностной совместимости. Рассмотрим более подробно сущность конструктивной совместимости. Она достигается установлением оптимальной номенклатуры основных, присоединительных и установочных размеров на базовые конструкции, выбором единой конструкции соединителя для выполнения интерфейсной функции, созданием межотраслевой конструкторской и научно-технической документации по технической эстетике и эргономике.

В современных условиях развития микропроцессорных средств вычислительной техники вопросы совместимости базовых конструкций и функциональных изделий, изготавливаемых в соответствии с требованиями различных стандартов, отечественных и международных, приобретают первостепенное значение. Достижение конструктивной совместимости становится целью разработки новых или переработки старых стандартов.

Стандартизация микро-ЭВМ имеет особенности по сравнению со стандартизацией в других направлениях вычислительной техники:

более тесную связь стандартизуемых базовых конструкций с изделиями элементной системы и функциональной системы;

одинаковые условия компоновки и монтажа для всех трех плоскостей компоновки — X , Y и Z — на основе единой координатной сетки размеров;

широкое, разностороннее, вариантное применение микро-ЭВМ, определяющее необходимость выполнения требований совместимости;

возможность создания больших микросистем (микро-мини-, макси-ЭВМ);

низкая стоимость микро-ЭВМ, в том числе и конструкционной системы, позволяющая выполнять сборку нужной модели самим потребителем.

Для достижения эффективности стандартизации целесообразно следовать принципу, по которому стандартизация должна про-

изводиться комплексно по форме (конфигурации), способу установки и выполняемым функциям. Такой принцип, не накладывая ограничений на схемные решения, обеспечивает возможность непрерывного совершенствования изделий элементной системы. Он позволяет классифицировать изделия и стандарты на них для достижения независимого и опережающего проектирования.

Комплексный характер стандартизации требует ответа на вопрос, в какой мере единая конструкционная система может применяться для функциональных систем и различных микро-ЭВМ. Стандарты на базовые конструкции, очевидно, должны устанавливать достаточное количество необходимых вариантов исполнений (различающихся, например, прочностью, степенью защиты и т. п.) и модификаций базовых конструкций, обеспечивающих в зависимости от комплексно-целевой программы образование наряду с индивидуальными моделями универсальных моделей микро-ЭВМ, совместимых в масштабе нескольких отраслей. Таким образом, рассматриваемые стандарты должны соответствовать следующим общим требованиям, сформулированным на основе системного метода (подхода):

определение реального объекта стандартизации — конструкционной системы, оптимальной структуры, включающей базовые конструкции различных уровней;

разработка структуры конструкционной системы, обеспечивающей возможность развития базовых конструкций за счет образования их исполнений и модификаций;

обеспечение возможности компоновки микро-ЭВМ на основе изделий элементной системы и базовых конструкций минимальной номенклатуры;

установление единого размерного модуля, кратного шагу координатной сетки печатной платы — 2,5 мм (2,54 мм);

выбор реальных единственных значений основных размеров на базовые конструкции с учетом использования их же непосредственно в технической документации;

обеспечение опережающего производства базовых конструкций по сравнению с функциональной системой в целом;

компоновка функциональных систем (микро-ЭВМ) на основе функционально-стоимостного анализа;

использование рекомендаций технической эстетики и эргономики при формировании номенклатуры типоразмеров базовых конструкций и разработке конструкции и формы.

В настоящее время существует около 350 международных и региональных организаций, занимающихся вопросами стандартизации. К их числу, прежде всего, следует отнести международную организацию по стандартизации — МОС (ISO); международный электротехнический комитет — МЭК (IEC); временную рабочую группу по стандартизации (ВРГС) при межправительственной комиссии по сотрудничеству социалистических стран в области ВТ (МПК по ВТ). Кроме того, в области региональной и национальной стандартизации известен ряд организаций, таких как Ев-

ропейский комитет по стандартизации — СЕН (SEN), Европейский комитет по стандартизации в области электротехники — СЕНЕЛЕК (SENELEC), Европейский комитет в области стандартизации ядерной электроники — ЕСОНЕ (ESONE), Американская ассоциация по стандартам (ASA или ANSI), Британское управление стандартов (BSI) и др.

Задачи стандартизации в рамках СЭВ подразделяются на три большие группы: 1) задачи, связанные с развитием существующих и разработкой новых форм и методов деятельности по стандартизации; 2) задачи, связанные с совершенствованием методологии и организации работ по стандартизации; 3) задачи, связанные с созданием нормативно-технической основы для эффективного развития взаимовыгодной и устойчивой специализации и кооперирования производства стран СЭВ.

До 1975 г. основным нормативно-техническим документом СЭВ по стандартизации были рекомендации по стандартизации (РС СЭВ). В соответствии с конвенцией о применении стандартов СЭВ (1974 г.) были введены международные стандарты (СТ СЭВ).

1. МИКРО-ЭВМ — НОВЫЙ КЛАСС СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ. ВИДЫ КОМПОНОВОК

Анализ совокупности параметров зарубежных и отечественных микро-ЭВМ показывает, что их структура в отличие от существующих классов ЭВМ имеет новые функциональные характеристики и свойства, обуславливает новые области применения.

К новым функциональным свойствам следует отнести:

модульность микро-ЭВМ, позволяющую подключать ее различные модули в любом месте информационной магистрали; магистральный принцип объединения всех функциональных устройств в одну или несколько систем шин для передачи всех сигналов, общих для микро-ЭВМ;

относительно невысокую стоимость;

ограничение разрядности обрабатываемых данных до 16 разрядов;

возможность изменения и совершенствования параметров микро-ЭВМ в процессе эксплуатации;

значительное повышение надежности элементов и изделий в целом, резко уменьшающее или вовсе исключающее резервирование;

расширение номенклатуры внешних устройств и средств связи микро-ЭВМ с объектами контроля и управления;

широкую применяемость микро-ЭВМ в таких системах, в которых до их появления использование обычных традиционных ЭВМ было технически невозможным или экономически нецелесообразным;

появление у оборудования со встроенной микро-ЭВМ «интеллекта», т. е. развитых логических возможностей;

повышение производительности существующих средств обработки данных и унификация применяемых технических решений; значительное сокращение сроков разработки и освоения новых микропроцессорных средств вычислительной техники;

увеличение полезного срока службы устройств, уменьшение их габаритов и потребляемой мощности.

Диалог человека с ЭВМ перестал быть привилегией ученых и инженеров. К такому разговору привлекаются теперь люди рабочих профессий без специальной профессиональной подготовки, после соответствующего инструктажа.

Широкое применение микро-ЭВМ послужило причиной появления у них особых качественных свойств конструкции:

возможность компоновки микро-ЭВМ на отдельной печатной плате или в корпусе интегральной микро-схемы;

возможность функционального и конструктивного наращивания микро-ЭВМ за счет включения в ее состав отдельных ячеек, устройств в соответствии с изменениями объема и вида задач;

возможность легкой смены элементов и изменения некоторых параметров;

наличие развитой структуры базовых конструкций, включающей оптимальное количество типоразмеров, готовых для компоновки микро-ЭВМ различного назначения и объема;

простота конструкции, оптимальные показатели технологичности, плотности компоновки, материалоемкости, стоимости, обусловленные высокой степенью серийности и универсальностью применения.

Анализ вышеизложенного позволяет сформулировать отличительные признаки микро-ЭВМ, выделяющие их в самостоятельный класс вычислительной техники:

1) в элементную систему входит одна или несколько больших интегральных микросхем;

2) возможность функционирования без индивидуальных источников электропитания и пульта оператора;

3) простота встраиваемости в любое производственное оборудование и аппаратуру без каких-либо доработок конструкции и проведения пусконаладочных работ;

4) простота эксплуатации, не требующая организации специального обучения персонала и специального обслуживания;

5) относительно невысокая стоимость.

Следует отметить, что миниатюризация микро-ЭВМ привела к уменьшению ее массы и объема по сравнению с периферийными устройствами, входящими в систему данной микро-ЭВМ. Изменился масштаб изделий и, естественно, средства гармонизации их формы.

Существующее разнообразие конструкций микро-ЭВМ и требований к ним определяются областями их применения, а также особенностями условий эк-

Таблица 1.1

Группа	Вибрационные нагрузки		Ударные нагрузки			Примечание
	Диапазоны частот, Гц	Ускорение g, не более	Число удар/мин	Ускорение g, не более	Длительность импульса, мс	
1	25, не более	0,5	80—120	3	5—10	Ударные нагрузки для изделий в упаковочной таре
2	25, не более	1,0	80—120	15	5—10	
3	60, не более	2,0				
4	1—2000	10,0	80—120	15	10—15	

сплуатации. При проектировании микро-ЭВМ должна быть обеспечена стойкость к воздействиям тех факторов внешней среды, которые наиболее характерны для условий эксплуатации, хранения и транспортирования изделий. Факторы внешней среды подразделяются на механические, климатические, радиационные. Два первых вида устанавливаются в соответствии с ГОСТ 21552—76 и классифицируются по категориям жесткости. Виды механических факторов и их значения, воздействующие на изделия в процессе эксплуатации, приведены в табл. 1.1. Для групп 3 и 4 возможно установление дополнительных требований. Они могут быть указаны в технических условиях на конкретные изделия. Характеристики и значения климатических факторов, воздействующих на изделия в процессе эксплуатации, приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Категория	Характеристика места эксплуатации изделия	Нормальные значения температуры воздуха, °С				Верхнее значение относительной влажности воздуха, %, при 35°С	Атмосферное давление, кПа, не менее
		Верхнее значение		Нижнее значение			
		рабочее	предельное	рабочее	предельное		
1	Отапливаемое помещение	+40	+50	+5	+1	95 *)	61,3
2а	Отапливаемое помещение с резкой сменой температуры	+50	+50	-10	-10	95	61,3
2б		+50	+50	-10	-50		
3	Неотапливаемое помещение	+50	+50	-30	-50	95	61,3
4	Навес на открытом воздухе	+50	+50	-50	-50	95	61,3
5	Специально оборудованное помещение на морских судах	+40	+50	+5	-50	98	61,3
6	Летательный аппарат	+60	+60	-60	-60	98	0,7

*) При 30°С.

Ионизирующие излучения, определяемые по ГОСТ 15484—74, представляют собой любые излучения, взаимодействие которых со средой приводит к образованию электрических зарядов разных знаков. Излучения подразделяются на первичные — исходные и вторичные, возникающие в результате взаимодей-

ствия первичных со средой. Излучения могут быть электромагнитными (фотонными) в виде γ - и рентгеновского излучений и корпускулярными в виде потока частиц с массой покоя, отличной от нуля (α - и β -излучения, нейтронное излучение). При проектировании микро-ЭВМ, как правило, следует учитывать воздействие нейтронов и γ -лучей, обладающих наибольшей проникающей способностью.

Радиационная стойкость изделий (ГОСТ 18298—79) — это свойство устройств, элементов и материалов выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах установленных норм во время воздействия излучений. Показатели излучений и радиационной стойкости устанавливаются в технических заданиях на разработку изделий в зависимости от среды эксплуатации. Влияние излучений на материалы и элементы приведено в [3]. Вид защиты микро-ЭВМ от излучений определяется характером излучений и конкретными условиями эксплуатации изделий. Оптимальные условия эксплуатации микро-ЭВМ обуславливаются соответствующими требованиями — функциональными, конструктивными, эстетическими и эргономическими, соблюдаемыми при разработке ряда микро-ЭВМ.

При встраивании микро-ЭВМ в объект контроля или управления необходимо учитывать ГОСТ 14254—80. Электрическое оборудование напряжением до 1000 В. Оболочки, степени защиты.

По конструктивному оформлению все микро-ЭВМ, выпускаемые в СССР и за рубежом, можно разделить на три группы: однокорпусные (или однокристалльные), одно- и многоплатные.

Первую группу образуют микро-ЭВМ (процессор, ОЗУ и схемы интерфейса), скомпонованные в корпусе интегральной микросхемы (ИС). Такие микро-ЭВМ в литературе получили название однокристалльных, так как функции микро-ЭВМ выполняются кристаллом ИС, помещенным в корпус. Однако известные микро-ЭВМ, функции которых реализуются двумя или тремя кристаллами, размещаемыми в одном корпусе интегральной микросхемы. Эту группу микро-ЭВМ будем в дальнейшем называть однокорпусными.

Вторую группу составляют одноплатные микро-ЭВМ, в которых все элементы, а также однокорпусные микро-ЭВМ скомпонованы на одной печатной плате, выполняющей одновременно монтажные и конструктивные функции.

Третью группу составляют многоплатные микро-ЭВМ, включающие две и более одноплатных микро-ЭВМ, а также периферийные устройства, скомпонованные на печатных платах, как правило, одного типоразмера, механически и электрически объединенных в какой-либо конструкции — корпусе.

Авторами проанализированы по публикациям 1976—1979 гг. конструктивные параметры около 600 типов микро-ЭВМ трех групп. Следует отметить тенденцию к увеличению числа одноплатных и однокорпусных микро-ЭВМ и снижению числа многоплатных микро-ЭВМ (табл. 1.3). Это можно объяснить ростом степени интеграции ИС, повышением сложности и количества выполняемых ими функций.

В табл. 1.4 приведены основные характеристики однокорпусных микро-ЭВМ, разработанных зарубежными фирмами.

Анализ данных табл. 1.4 и сфер применения однокорпусных микро-ЭВМ показывает, что они широко используются в различных устройствах вычислительной техники и цифровой автоматики независимо от разрядности обрабатываемых данных (4, 8 или 16) и начала серийного выпуска. Практически все типы однокорпусных микро-ЭВМ находят широкое применение у потребителей.

Наиболее популярными среди представителей этой группы микро-ЭВМ следует считать: из 4-разрядных — семейство TMS1000 фирмы TI Inc.; из 8-разрядных — 8048 Intel Corp., MK3850 Mostek Corp., MC6809 Motorola Inc.; из 16-разрядных — TMS9940 TI Inc.

Можно отметить следующие тенденции развития однокорпусных микро-ЭВМ: увеличение объемов памяти и размещение на кристалле различных видов памяти. При разработке микро-ЭВМ начинают применяться упорядоченные шинные структуры и управляющие сигналы для организации обменов, так что эти приборы могут теперь выполнять функции «разумных» подчиненных машин, вместо того чтобы всегда быть главными машинами. Это приведет к тому, что однокорпусные микро-ЭВМ, применяемые в настоящее время в качестве автономных контроллеров, будут играть более важную роль в вычислительных сетях, в системах распределенной обработки данных.

Конструктивно однокорпусные микро-ЭВМ выполняются в корпусе интегральной микросхемы, как правило, типа DIP («dual—in—line package» — двухрядное расположение выводов) с числом выводов 18, 24, 28, 40, 48, 52, 64. Наибольшее применение получили однокорпусные микро-ЭВМ, которые имеют 40 выводов корпуса.

Формирование одноплатных микро-ЭВМ на базе микропроцессорных комплектов БИС осуществляется путем механического и электрического объединения на печатной плате входящих в комплект ИС. При этом на плате (при достаточных ее размерах) может быть размещена законченная микро-ЭВМ со всеми необходимыми для ее функционирования устройствами.

Однокорпусные микро-ЭВМ, как правило, не используются автономно: для включения их в достаточно сложный объект управления необходимо использовать различные дополнительные ИС, обеспечивающие функциональную полноту и возможность стыковки микро-ЭВМ с датчиками и исполнительными механизмами. В итоге такая однокорпусная микро-ЭВМ, обрасстая другими ИС и элементами, превращается в одноплатную микро-ЭВМ.

Плата, на которой komponуется одноплатная микро-ЭВМ, является базовой конструкцией, составляющей уровень I конструкционной системы.

Одноплатные микро-ЭВМ, а также отдельные функциональные платы предназначены, прежде всего, для применения в каче-

Таблица 1.3

Вид компоновки микро-ЭВМ	Доля по годам, %			
	1976	1977	1978	1979
Однокорпусные	1	3	8	15
Одноплатные	54	55	57	60
Многоплатные	45	42	35	25

Таблица 1.4

Окончание табл. 1.4

Тип микро-ЭВМ. Фирма	Вид технологии	Разрядность, слов/команд, бит	Время сложе- ния Р-Р ^{*1} , мкс	Потребляемая мощность, мВт	Емкость ОЗУ, слов×бит	Емкость ПЗУ, слов×бит	Число выводов корпуса
1	2	3	4	5	6	7	8
8035/8048/8748 Intel Corp.	n-МДП ^{*2)}	8/16	2,5	325	64×8	1К×8	40
8022 Intel Corp.	n-МДП	8/16	10,0	400	64×8	2К×8	40
8039/8049 Intel Corp.	n-МДП	8/16	1,36	500	128×8	2К×8	40
8031/51/8751 Intel Corp.	H-МДП ^{*3)}	8/16	1,0	—	128×8	4К×8	40
IM80C39/49 Intersil	КМДП ^{*4)}	8/16	1,36	50	128×8	2К×8	40
IM80C35/48/87C48 Intersil	КМДП	8/16	2,5	50	64×8	1К×8	40
MK3850 Mostek	n-МДП	8/16/24	2,0	600	64×8	1К×8	40
MC6801 (E) Motorola	n-МДП	8/16/24	2,0	1000	128×8	2К×8	40
MC6805P2 Motorola	n-МДП	8/16/24	2,0	—	31×8	64×8	28
MC6805R2 Motorola	n-МДП	8/16/24	2,0	—	31×8	2К×8	40
MC6809 Motorola	n-МДП	8/16/32	1,0	1000	128×8	3К×8	40
MC146805Y2 Motorola	КМДП	8/16/24	2,0	20	112×8	1К×8	40
1804/1805 RCA	КМДП КНС ^{*5)}	—	2,0	—	64×8	2К×8	40
PPS-4/2, PPS-4 Packwell	p-МДП	8/16	5,0	225	128×8	2К×8	42
TMS1200/1070/1270 TI	p-МДП	4/8	34,0	100	64,8	2К×8	28/40

1	2	3	4	5	6	7	8.
TMS1100/1300 TI	p-МДП ^{*6)}	4/8	34,0	90	128×8	4К×8	28/40
TMS1000C/1200C TI	КМДП	4/8	5,0	0,1	256×4	1К×8	28/40
TMS9940 TI	n-МДП	16/32/48	1,0	1000	128×8	2К×8	40

*1) Р-Р — регистр—регистр — тип операции вычислений.
 *2) n-МДП (NMIS — n-channel metal insulator semiconductor) — n-канальная структура металл — диэлектрик — полупроводник.
 *3) H-МДП (H-MIS — High performance MIS) — высококачественная структура МДП.
 *4) КМДП (CMIS — complementaty MIS) — комплементарная (дополнительная) структура МДП.
 *5) КНС — «кремний на сапфире», структура типа КМДП на сапфировой подложке.
 *6) p-МДП (PMIS — p-channel metal insulator semiconductor) — p-канальная структура МДП.

стве встраиваемых модулей управления и обработки информации. Они включают в свой состав весьма ограниченный объем ЗУ и цифровых каналов ввода—вывода и имеют возможность подключения дополнительных объемов внешней памяти и каналов. На практике фирмы-изготовители одноплатных микро-ЭВМ комплектуют их ячейками согласования и управления, а также устройствами литания и вентиляции и поставляют в составе комплектиных корпусов соответствующих типоразмеров (например, модели LSI-11; SBC-80/10; 900/4 и др.).

Такие ячейки можно разделить на четыре категории: 1) процессорные платы, которые содержат только центральный процессор (ЦП) или, наряду с ЦП, память и различные комбинации схем ввода—вывода; 2) платы для расширения памяти, содержащие ПЗУ или ОЗУ (или сочетание тех и других) общей емкостью 64 кбайт и более и логические схемы ввода—вывода; 3) платы специальных функций, выполняющие быстрые вычислительные операции с плавающей запятой, аналого-цифровое преобразование, функции синхронизации; 4) платы ввода—вывода, содержащие блоки последовательного и параллельного интерфейсов, многоканальные цифровые входы и выходы, оптронные элементы и разнообразные функциональные блоки ввода—вывода аналого-вых сигналов.

Следует также отметить так называемые оценочные печатные платы. В центре подобной платы устанавливается центральный процессор, а вокруг — гнезда ОЗУ, ПЗУ и средств ввода—вывода. Оценочные печатные платы оказались весьма популярными главным образом потому, что первые образцы центральных процессоров применялись только в составе подобных плат. В настоящее время все 16-разрядные микропроцессоры имеют собственные оценочные платы.

Фирма Millennium Systems Inc. развила идею оценочной платы несколько дальше, выпустив так называемый «микросистемный дизайнер» (конструктор).

Последний представляет собой универсальное оценочное устройство, конфигурацию которого можно менять применительно к нескольким типам 8- и 16-рядным процессоров. Эта же фирма разработала эмуляционный терминал под названием «микросистемный эмулятор», который подключается к микро-ЭВМ или специализированной системе проектирования при помощи последовательной линии связи для эмуляции многих типов процессоров с тактовыми частотами до 6 МГц.

Системные конструкторские наборы, изготавливаемые фирмой Intel Corp, предназначаются для комплектования одноплатных микро-ЭВМ, в том числе и самим потребителем. Модель SD-86 (MCS-86) System design KIT скомпонована на печатной плате размером $H \times B^*) = 304,8 \times 342,9$ мм, устанавливаемой на столе с помощью амортизаторов — ножек. На поле платы размещаются корпусы ИС—ЦП, памяти, ввода — вывода, интерфейса; клавиатура из 24 кнопок. В районе магистрального соединителя (непосредственного контактирования) предусмотрена зона с печатным монтажом и сквозными отверстиями для самостоятельного монтажа необходимых ИС памяти и интерфейса так называемого расширения. Толщина модели в сборе — 44,5 мм. Другая модель SDK-85 (MCS-85) System design KIT скомпонована аналогично, но на печатной плате размером $H \times B = 304,8 \times 254$ мм; толщина в сборе 12,7 мм.

Проектирование одноплатных микро-ЭВМ осуществляется по трем методам. По одному из них печатная плата заполняется корпусами ИС до пределов; по другому — функциональные блоки микро-ЭВМ распределяются между другими платами, занимающими дополнительные соединители в комплектном корпусе. Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки. Применение одного мощного многофункционального модуля позволяет сэкономить место в комплектном корпусе и число соединителей, а децентрализация модуля дает возможность потребителю выбирать только необходимые ему функциональные блоки (модели) и постепенно наращивать систему, хотя цена одной модели может оказаться неприемлемой для какого-либо конкретного применения. Третий метод проектирования является компромиссным между двумя первыми. По этому методу, вместо попытки размещения дополнительных ИС на базовой плате, на ней просто устанавливается соединитель для вставки малой платы с ограниченными и специализированными функциями в конкретных применениях. В качестве примера такой компоновки можно назвать модель iSBX Multimodule Boards ($H \times B = 304,8 \times 171,4$ мм) с малой платой-модулем iSBX 331 ($H \times B = 94,0 \times 63,5$ мм). Шаг размещения двух плат — 12,7 мм. Общая толщина модели 28,7 мм [8].

Многоплатные микро-ЭВМ образуются на основе частичных и комплектных корпусов; изготавливаемых, как правило, специализированными фирмами. Эти же корпуса используются для компоновки и одноплатных моделей для обеспечения возможности наращивания микро-ЭВМ. Около 80% многоплатных микро-ЭВМ комплектуется в комплектных корпусах, соответствующих междуна-

родному стандарту МЭК 297—1,1983. Размеры панелей и стоек. Рассмотрим компоновку многоплатных микро-ЭВМ, уделяя внимание вопросам компоновки собственно микро-ЭВМ, а также способам размещения и установки их в различных функциональных системах. Компоновка многоплатных микро-ЭВМ, в дальнейшем — микро-ЭВМ, зависит от характера применений и условий эксплуатации. Анализ зарубежных микро-ЭВМ позволяет выделить несколько видов компоновок: 1) в стандартных частичных и комплектных корпусах различного исполнения в соответствии с той или иной конструкционной системой; 2) в комплектных корпусах — кожухах настольного, настенного и переносного исполнения; 3) в оригинальных корпусах, выполненных, однако, с учетом размещения их в комплексных корпусах (стойках, шкафах, кожухах); 4) в конструкциях функциональных устройств автоматизированных систем управления, систем проектирования, систем обработки данных, систем числового программного управления металлорежущим оборудованием и др.

Примеры компоновки микро-ЭВМ или ее модулей в частичных корпусах, которые могут быть вмонтированы в комплектные устройства, представлены на рис. 1.1 и 1.2. На рис. 1.1 приведен

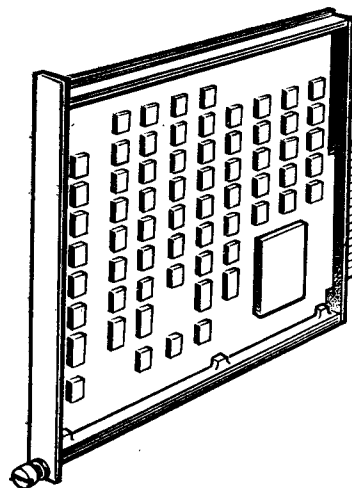


Рис. 1.1

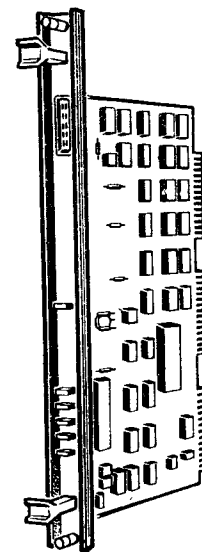


Рис. 1.2

внешний вид контроллера JAR-10 фирмы Schlumberger, скомпонованного в частичном корпусе. Печатная плата модели заключена в рамку с направляющими выступами. Элементы контроля вынесены на лицевую панель.

Печатная плата с элементами может не иметь рамки и задней панели, она непосредственно закреплена на передней панели. Такую компоновку имеют модули интерфейса фирмы Wang рис. 1.2.

*) Обозначения размеров см. в гл. 3

Частичный корпус сравнительно невысокой стоимости серии CD фирмы Mostek Corp. (рис. 1.3) может включать до восьми плат. Этот корпус предназначен для применения при комплектовании вычислительного оборудования. Он же может быть использован в индивидуальной компоновке на столе или размещаться в комплектном корпусе (кожухе).

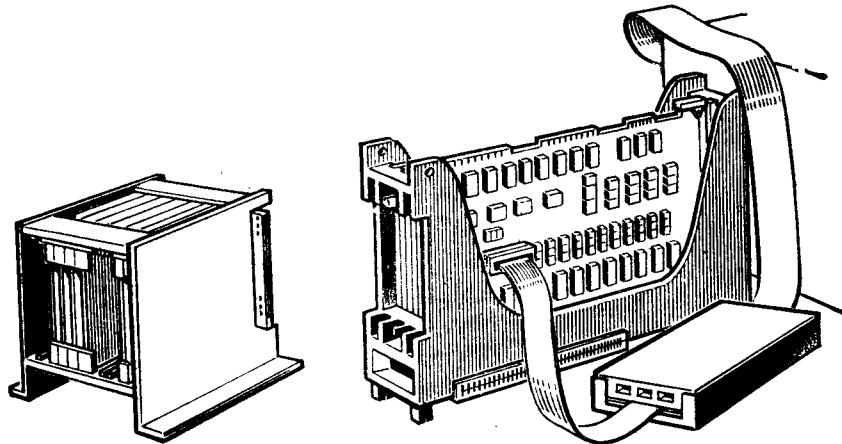


Рис. 1.3

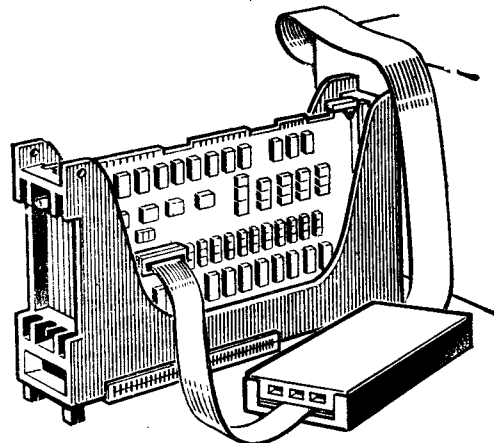


Рис. 1.4

корпус блока при снятой боковой панели. Источник питания размещается с другой стороны корпуса. Воздушное охлаждение ячеек, независимое от источника питания, осуществляется с помощью вентилятора, размещенного на задней панели корпуса.

Вызывают интерес два комплектных корпуса для вертикальной компоновки ячеек (плат) фирмы Intel Corp., выполненные в соот-

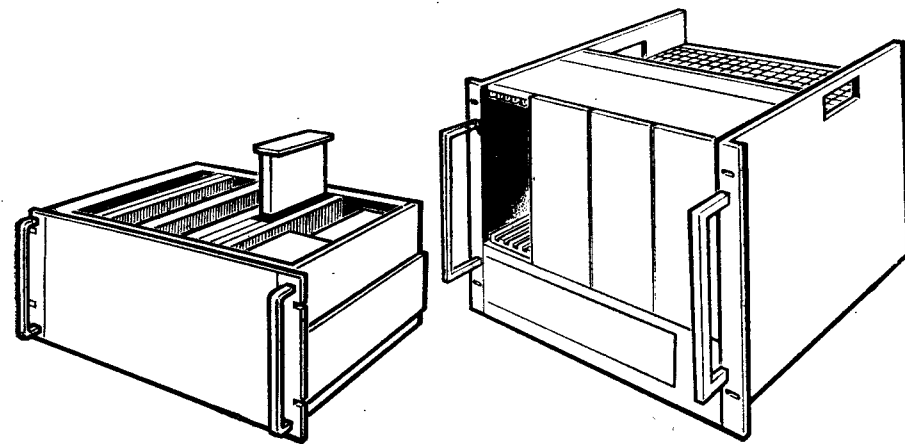


Рис. 1.5

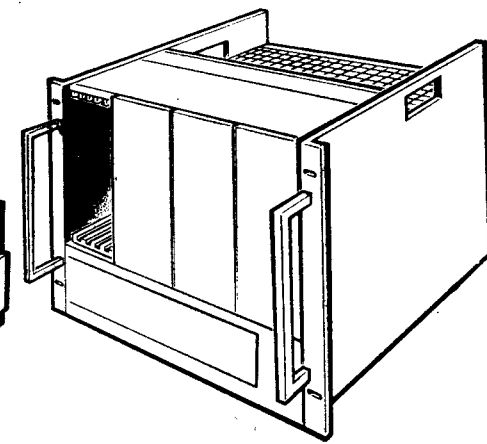


Рис. 1.6

Частичный корпус SBC Intel фирмы Intel Corp. рассчитан на установку четырех плат с шагом 15,24 мм (рис. 1.4). Соединители и электромонтаж корпуса размещаются на печатной кросс-плате, закрепляемой с внешней стороны. Корпус размещается в комплектном корпусе горизонтально вместе с блоком питания и вентиляторами. Этот же корпус может использоваться индивидуально на столе на этапах настройки системы.

Многоплатные микро-ЭВМ, комплектуемые в комплектных корпусах, имеют разнообразные конструктивные решения, которые определяются способами расположения и крепления плат в корпусе, оформлением передней панели, наличием вспомогательных устройств и т. д.

В микро-ЭВМ Codex 7200 фирмы Built-in Multiplexers (рис. 1.5) ячейки устанавливаются сверху вертикально. Панель объемная с элементами индикации. Корпус вставляется в шкаф посредством телескопических направляющих.

В устройстве на основе базового корпуса SAMAC фирмы Roger (рис. 1.6) ячейки устанавливаются спереди вертикально. Боковые стенки цельные для корпуса $H=310,3$ мм. Нижнюю часть корпуса занимает блок центробежных вентиляторов, $H=88,1$ мм. Блок питания размещен в задней нижней части корпуса. Размеры устройства $L \times H \times B=482,6 \times 310 \times 525$ мм.

В блоке логики H909-A фирмы DEC, $L \times H \times B=482,6 \times 133,3 \times 533,4$ мм печатные платы вставляются сбоку непосредственно в

ветствии со стандартами RETMA и NEMA. В основном фирма производит изделия с горизонтальной компоновкой плат. Комплектный корпус CRT VC-5770 имеет 24 места для установки ячеек дополнительной памяти in 5770 ($H \times B=406,4 \times 285,6$ мм). В нем могут размещаться также ячейки логики и источник питания. Основные размеры корпуса — $L \times H \times B=482,6 \times 444,5 \times 292,1$ мм. Комплектный корпус для промышленного применения iCS 80 предназначен для установки стандартных печатных плат iSBC фирмы Intel Corp. и источника питания соответствующих размеров. Корпус имеет снизу место для размещения четырех вентиляторов. Основные размеры корпуса — $L \times H \times B=482,6 \times 441,9 \times 304,8$ мм. Длина L проема корпуса равна 441,96 мм.

Широкое распространение за рубежом получили носимые микро-ЭВМ, монтируемые в чемоданах типа «дипломат». Диагностический прибор μ Score 820 фирмы Intel Corp. (рис. 1.7), используется для работы с различными микропроцессорами. Зонд помещается непосредственно в гнездо микропроцессора системы. Устройство, скомпонированное в чемодане, имеет сменные передние панели, специализированные печатные платы и зонды. На передней плоскости устройства располагаются кнопки управления и контроля системы.

Примером исполнения микро-ЭВМ как части функциональной системы, состоящей из большого количества устройств, может служить ее использование в системах автоматизированного проек-

тирования, отладки программ, управления и контроля. В микро-ЭВМ системы VANG 2200, кроме процессора, дисплея и клавиатурного пульта, может подключаться еще ряд устройств (внешняя память, АЦПУ).

Интересными с точки зрения компоновки являются микровычислительные системы с использованием микро-ЭВМ, включенные в единую конструкцию с периферийными устройствами.

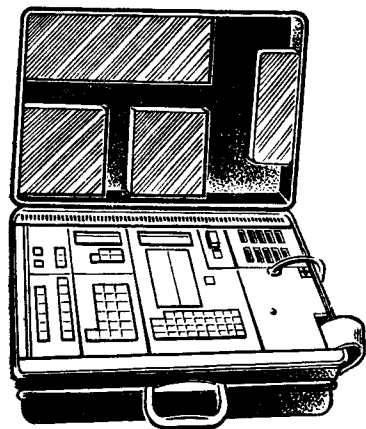


Рис. 1.7

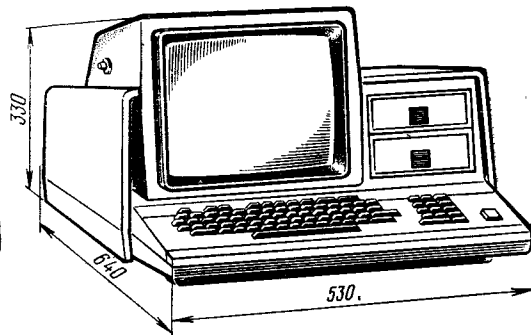


Рис. 1.8

На рис. 1.8 представлена настольная микро-ЭВМ CX-1 CANON фирмы Canon Inc. Микро-ЭВМ выполнена в литом корпусе, включающем все основные устройства — микропроцессор MC 6809, память ОЗУ, ПЗУ, дисплей (размер электронно-лучевой трубки по диагонали 305 мм), накопитель на сдвоенных мини-дисках двойной плотности ($\varnothing 133,4$ мм), клавиатурный пульт на 96 знаков. Данная компоновка не позволяет осуществлять быстрый и легкий доступ к монтажу и ячейкам.

Микро-ЭВМ VT 100 фирмы DEC (рис. 1.9,а) скомпонована в корпусе отдельно от корпуса клавиатурного пульта. При этом оба корпуса выполнены с учетом наиболее компактного размещения на столе. Ячейки — микропроцессорная, памяти и другие — размещаются в частичном корпусе, расположенном сбоку от дисплея (рис. 1.9,в). Доступ к монтажу микро-ЭВМ осуществляется при снятии верхнего корпуса (рис. 1.9,б). Ячейки устанавливаются в частичный корпус без снятия верхнего корпуса дисплея через отверстие, закрываемое дверцей. Дисплей имеет ЭЛТ размером по диагонали 305 мм. Клавиатурный пульт содержит 87 знаков.

На рис. 1.10 показана диалого-вычислительная система на основе одноплатной микро-ЭВМ ($H \times B = 280 \times 240$ мм), выполненная в настольном варианте с учетом установки ее в стандартный корпус шкафа. Одноплатная микро-ЭВМ вместе с другими ячейка-

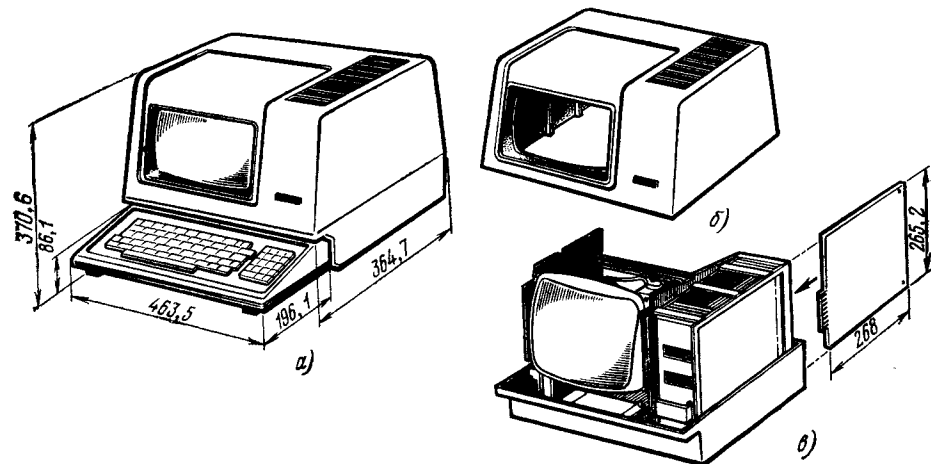


Рис. 1.9

ми — памяти, интерфейсной — устанавливаются сверху в четырехместную кассету, размещенную вместе с вентилятором в задней части дисплея. Дисплей установлен на корпусе ($H = 132,5$ мм) гибких магнитных дисков ($\varnothing 203$ мм). Клавиатурный пульт на 125 знаков выполнен таким образом ($H = 50$ мм), чтобы не мешать замене гибких дисков. Дисплей может также устанавливаться непосредственно на столе; форма и размеры основания могут быть различными.

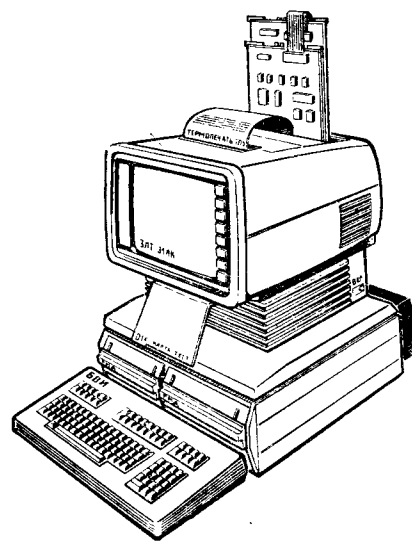


Рис. 1.10

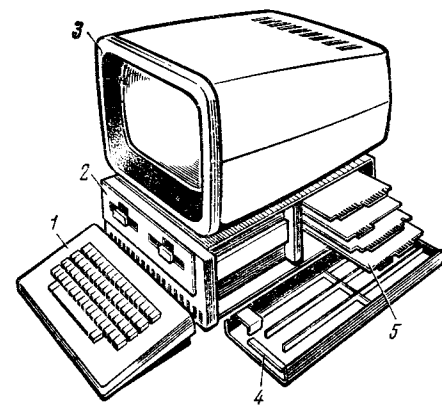
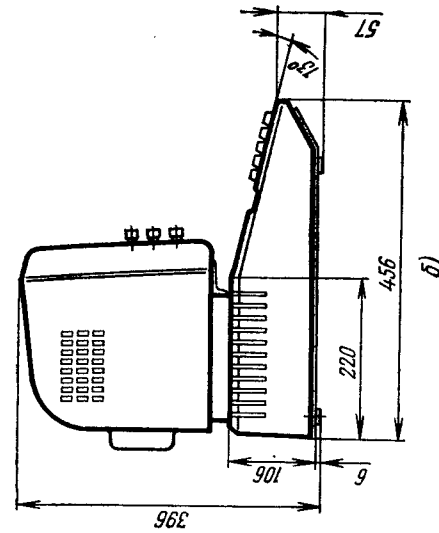
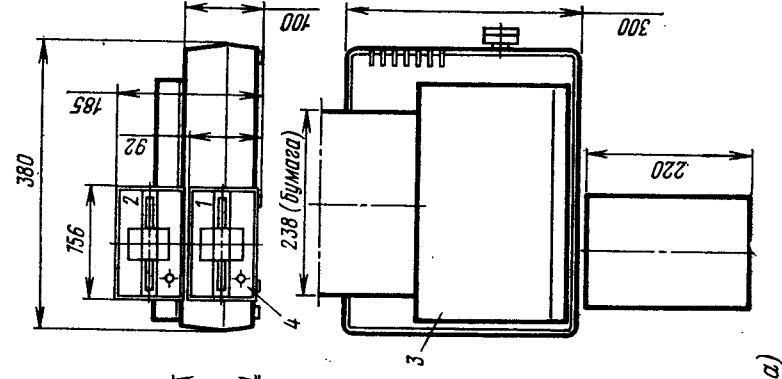


Рис. 1.11

Микро-ЭВМ широкого применения HP 1000 серии L фирмы Hewlett-Packard состоит из отдельных функционально-самостоятельных частей, показанных на рис. 1.11, где 1 — пульт; 2 — гибкие магнитные диски; 3 — дисплей; 4 — боковая панель; 5 — ячейки. Дисплей (ЭЛТ 305 мм) размещается в корпусе совместно с источником питания. Дисплей может устанавливаться на корпусе логики ($H=177$ мм), в котором размещаются также гибкие магнитные диски ($\varnothing 103,4$ мм). Клавиатурный пульт имеет 68 знаков. Ячейки ($H \times B=171,5 \times 279,4$ мм) вставляются в пяти-местный частичный корпус блока логики при снятой боковой панели.



Микро-ЭВМ Apple II eugorplus фирмы Apple Computer Inc., представленная на рис. 1.12 вместе с периферийными устройствами, имеет одноплатную микро-ЭВМ ($H \times B=363 \times 215$ мм) с восемью соединителями для функциональных ячеек ($H \times B=114,3 \times 77,4$ мм), содержащих, в свою очередь, соединители внешних связей. На рисунке обозначено: 1 — дисплей; 2 — корпус; 3 — печатающее устройство; 4 — гибкие магнитные диски ($\varnothing 133,35$ мм). Ячейки устанавливаются в корпусе, в котором размещаются источник питания и клавиатура на 52 знака. Для доступа к ячейкам снимается верхняя крышка корпуса, а также дисплей (ЭЛТ 305 мм), свободно устанавливаемый на корпусе. (На рис. 1.12,б показан вид сбоку.)



Рассмотренные примеры компоновок микро-ЭВМ и функциональных (вычислительных) систем на их основе показывают, что компоновки непрерывно совершенствуются, становятся более простыми, удобными в эксплуатации.

Опыт использования микро-ЭВМ в промышленности позволяет выделить несколько направлений их применения:

1. Функциональные системы управления (ФСУ). Применяются в автоматических линиях, револьверных станках с автоматическим циклом работы. Имеют простые функции управления и низкую стоимость электрооборудования.

2. Оперативные системы управления (ОСУ). Созданы на базе универсальных токарных, фрезерных и т. п. станков с полуавтоматическим циклом обработки. Обеспечивают подготовку управляющей программы непосредственно на рабочем месте на основе широкого использования типовых технологических циклов обработки. Рассчитаны на обслуживание рабочими со средним образованием, способными в режиме диалога составить управляющую программу, вводя конкретные значения параметров из памяти системы управления в стандартный технологический цикл обработки.

3. Продуктивные системы управления (ПСУ). Применяются с теми же универсальными станками, но оснащены более современными и специализированными приводами и датчиками, а также средствами диагностики и коррекции.

4. Уникальные системы управления (УСУ). Используются в уникальных станках со встроенными микро-ЭВМ и свободным

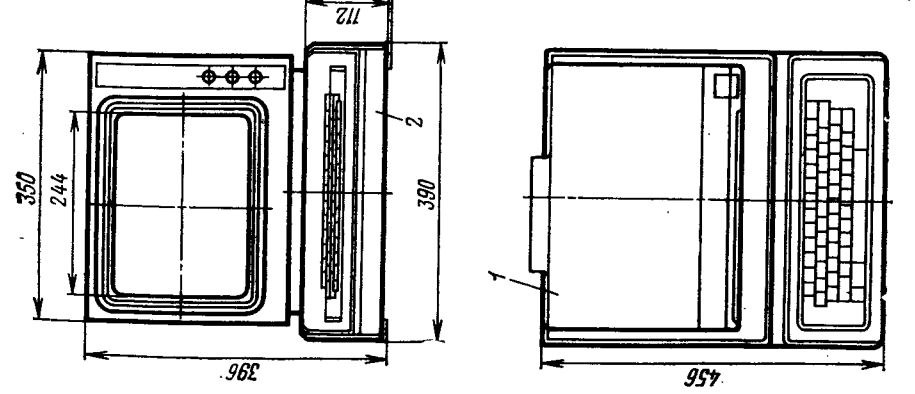


Рис. 1.12

программированием необходимых алгоритмов обработки, например в крупных фрезерно-расточных станках для фрезерования и шлифования деталей со сложными поверхностями.

Микро-ЭВМ в системах с числовым программным управлением имеют, как правило, оригинальную компоновку с широким использованием стандартных типоразмеров (плат, например), элементов и конструктивных решений. Компоновки выполняются исходя из требований обеспечения надежной работы микро-ЭВМ в условиях механических и климатических факторов повышенных степеней жесткости. При этом необходимым условием является выполнение требований по защите устройств микро-ЭВМ от посторонних твердых тел (стружки, пыли) и жидкости (эмульсии, масла, воды).

Особенностью компоновки микро-ЭВМ в системах с числовым программным управлением является наличие развитой передней панели индикации и управления, размещаемой совместно с другими устройствами микро-ЭВМ в корпусе или в индивидуальном пульте. Требования защиты распространяются также на переднюю панель, пульт и элементы, устанавливаемые на них. Кроме того, предъявляются повышенные эргономические требования по размещению элементов по зонам панели и исполнению самих элементов и надписей на них.

2. КОНСТРУКЦИОННАЯ СИСТЕМА

Развитие микро-ЭВМ выявило необходимость решения ряда проблем, учитывающих требования совместимости. К таким проблемам, прежде всего, следует отнести следующие:

разработку принципиальной структуры функциональной системы микро-ЭВМ, допускающей проектирование микро-ЭВМ различных направлений в зависимости от их назначений и принятой технологии изготовления элементов;

создание структуры базовых конструкций, удовлетворяющей требованиям различных применений микро-ЭВМ;

создание прикладного программного обеспечения, наиболее трудоемкого вида работ, более всего определяющего эффективность использования микро-ЭВМ;

проектирование комплекса микропериферийных устройств, включающего стандартные устройства ввода—вывода, устройства связи оператора с микро-ЭВМ, внешние запоминающие устройства;

разработку требований совместимости микро-ЭВМ в объектах применения.

Для решения этих проблем первостепенное значение имеют вопросы стандартизации типовых решений структур микро-ЭВМ, математического обеспечения, отладочных средств в соответствии с требованиями международных стандартов.

Все эти проблемы и вопросы не могут быть решены отдельно друг от друга. Их взаимозависимость требует применения системного подхода к разработке, производству и применению микро-ЭВМ. Сущность системного подхода заключается в рассмотрении микро-ЭВМ в виде технической сложной функциональной системы, состоящей из частных систем, соответствующих структур — элементной системы (ЭС), периферийной системы (ПС), конструкционной системы (КС) и математической системы (МС) в соответствии с общими системными признаками.

Сложность технической системы определяется как саморазвивающееся целое, которое в процессе своего индивидуального развития проходит последовательные этапы усложнения и дифференциации [8]. Система в общем случае характеризуется следующими признаками: множеством элементов, иерархичностью строения, определенными отношениями и связями, упорядоченностью элементов и отношений, определенностью поведения. Интересно отметить конкретизированные признаки системы, отвечающие требованиям системного анализа (универсальной методологии решения проблем) [9]:

объекты — параметры системы, где параметры — вход, процессор, выход, обратная связь, ограничения;

свойства — качества параметров объекта, где качество — внешнее проявление того способа, с помощью которого формируется знание об объекте;

связь — существует между всеми системными элементами, они подразделяются на функциональные, дополнительные, излишние или противоречивые;

избыточность — состояние системы, содержащей ненужные объекты;

противоречие — один из двух объектов системы ложен по определению.

Функциональную систему микро-ЭВМ непосредственно образует совокупность первых трех частных систем — ЭС, ПС и КС. Конструкционная система обеспечивает необходимую конструктивную совместимость функциональной системы, обуславливающую достаточно широкую применяемость как функциональных, так и самих конструкционных систем.

Приведенные выше признаки позволяют выявить и представить структуру КС — ее состав, совокупность устойчивых связей, обеспечивающих ее целостность, размерные отношения. Конструкционная система включает конструкции, являющиеся базовыми, так как они предназначаются для образования необходимого ряда конструкций (типоразмеров) различных уровней. Уровень КС представляет собой совокупность некоторых базовых конструкций, имеющих индивидуальную структуру и конструктивные средства для непосредственной совместимости с другими уровнями данной КС.

На основании вышеизложенного можно дать определение КС микро-ЭВМ. Конструкционная система микро-ЭВМ — совокупность уровней базовых конструкций, организованная в определенной соподчиненности на основе единого размерного модуля, оптимальной технологии производства с учетом функциональных, механических и тепловых факторов, а также требований технической

эстетики для создания необходимых вариантных компоновок микро-ЭВМ.

Членение КС, т. е. представление ее в виде некоторого множества уровней, устанавливается не произвольно, а в зависимости от внутренних свойств системы [10] и качества ее внешних связей. Иерархия уровней КС определяется по принципу сложности базовых конструкций, т. е. путем включения более простых конструкций первых уровней в более сложные конструкции последующих уровней. Базовые конструкции подразделяются на четыре уровня в зависимости от степени сложности (конструкции, формы), вида предполагаемой компоновки элементов, способа применения. Для определенной структурной схемы КС каждый уровень характеризуется: одинаковым назначением входящих в него конструкций, рядом определенных типоразмеров базовых конструкций, совместимых с соответствующими рядами других уровней, наличием согласованных механических и электрических средств связи, степенью завершенности и готовностью конструкций одного уровня к применению в других соответствующих уровнях. Следует отметить, что базовые конструкции любого уровня можно также применять и вне даниой КС: индивидуально или в составе другой КС. Для расширения возможностей компоновки каждый уровень, кроме базовых конструкций, может иметь их модификации и исполнения. Естественно, те элементы (корпус ИС) и детали конструкции, которые не имеют отмеченных характеристик уровня КС, не должны в него включаться. Совокупность некоторых элементов, имеющих собственные развитые базовые конструкции (подложку, корпус), возможно целесообразнее рассматривать в виде микроуровня, входящего в первый уровень.

В ВТ и РЭА функциональные изделия представляют собой системы, имеющие различные взаимоотношения входящих в них частных систем. В одних, например, в сложной радиоэлектронной аппаратуре [11] функциональные и конструкционные системы не разделяются, в других системах, например, в комплексе технических средств для локальных информационно-управляющих систем [12] КС рассматривается самостоятельно, однако в тесной связи с функциональной системой. В контрольно-измерительном оборудовании конструкционные системы рассматриваются отдельно от функциональных [13]. Этот вид систем получает все большее распространение, о чем свидетельствует также анализ компоновок микро-ЭВМ, приведенный в гл. 1.

Рассмотрим наиболее известные отечественные и зарубежные КС, применяемые при проектировании микро-ЭВМ, устройств вычислительной техники, радиоэлектронной и измерительной аппаратуры. В СССР применяется более десятка конструкционных систем [14]. Их анализ наряду с разработанными в последнее время (табл. 2.1) позволяет отметить общие тенденции.

На 60% КС состоит только из конструкций. Некоторые конструкционные системы, кроме того, содержат приложения (принадлежности), предназначенные для компоновки собственных базовых

№ пп.	Наименование функциональной и конструкционной систем	Обозначение уровня	Наименование уровня
1	МСВТ микро-ЭВМ КС микро-ЭВМ	I II III IV	Плата Корпус частичный Корпус комплектный Корпус комплексный
2	СМ ЭВМ	1 2 3	Платы Е1...Е4 Каркас блока автономный, встраиваемый А1, приборный А2 Стойка СК. Тумба ТБ. Кожух настенный. Шкаф настенный. Стол СЛ. Подставка ПД
3	ВО «Союзэлектроприбор» Продукт	0 1 2 3 4	Информационно-управляющие элементы Лицевые панели Оболочки Оболочки полноразмерной ширины Несущие конструкции
4	ЕС ЭВМ БК (базовые конструкции) [2]	I II III IV V	Корпус ИС Типовой элемент замены (ТЭЗ). Блок частичный вставной Панель Рама Стойка. Тумба. Пульт
5	Аппаратура радиоэлектронная БНК (базовые несущие конструкции)	I II III	Ячейка Блок. Исполнения для ЭВМ, АСУ, аппаратуры Шкаф (секция). Стойка. Стеллаж. Пульт
6	Средства управления электрооборудованием БУК (блочные унифицированные конструкции)	0 1 2 3	Платы монтажные Платы монтажные подвижные Каркасы вставные Каркасы встраиваемые
7	БУК-6 (на основе Европлат 3U и 6U)	0 1 2 3	Платы монтажные Платы монтажные подвижные Каркасы блочные вставные Каркасы встраиваемые

№ пп.	Наименование функциональной и конструктивной систем	Обозначение уровня	Наименование уровня
8	Приборы и средства автоматизации ГСП УТК (унифицированные типовые конструкции)	0 I II III	Плата монтажная подвижная Каркас частичный Каркас блочный. Каркас комплектный Кожух настенный, встраиваемый, настольный. Стойка стационарная, передвижная, настольная Шкаф напольный, настенный. Тумба. Стол. Секция пульта, щита
9	Конструктивная иерархия конструкций МЭА [5]	1 2 3 4	Корпусированная ИС. Бескорпусная ИС. ИС на лентоносителе Бескорпусная МСБ. Корпусированная МСБ ФЯ на металлическом основании. ФЯ на крупноформатной подложке. ФЯ на печатной плате Моноблок

вых конструкций. Две КС в качестве уровней имеют элементы — «корпус ИС» и «корпусированная ИС». Они принадлежат полярным функциональным системам — стационарной, большой, быстродействующей ЭВМ (№ 4 табл. 2.1) и специальной, подвижной, с большой плотностью компоновки, микро-ЭВМ (№ 9 табл. 2.1). Очевидно, в обоих случаях перед разработчиками на первом месте стояли задачи достижения оптимальных связей, обеспечивающих необходимое быстродействие, обуславливающее организацию оригинального (не магистрального) монтажа этих связей. Тем не менее в первом случае корпуса ИС, размещаемые на обычных печатных платах, нецелесообразно включать в уровень КС, а во втором случае, вероятно, следует вводить для них в состав первого уровня микроуровень.

В 70% КС имеется четыре уровня базовых конструкций. По 50% уровней обозначаются «0» и «1». В 60% КС уровень 1 называется «плата», в 70% КС уровни, которые следуют после первого, включают каркасы, корпуса классифицированные в зависимости от вида компоновок и применений. В КС «Продукт», разработанный дизайнерами для создания фирменного стиля измерительной аппаратуры, наряду с уровнями (авторы применяют членение КС на порядки) чисто конструктивными «лицевая панель», «оболочка», «несущая конструкция», введен нулевой уровень (порядок) — информационно-управляющие элементы, принадлежащие по существу к функциональной системе. В СМ ЭВМ устройства и комплексы подразделяются на группы элементов —

функциональные, несущие конструктивные, электрические связи и вспомогательные элементы (принадлежности). Задача компоновки состоит в объединении в устройство (систему) функциональных элементов с помощью оставшихся. Причем конструктивные элементы — базовые конструкции — рассматриваются отдельно и самостоятельно, функциональная структура не связана жестко с конструктивной.

Наибольшее применение имеют три вида конструктивных систем: для ЕС и СМ ЭВМ — базовые конструкции (БК); для РЭА — унифицированные типовые конструкции УТК; для МЭА — типовые конструкции (ТК). Эти КС не учитывают, однако, ни отличительные особенности микро-ЭВМ, ни требования международных стандартов на базовые конструкции электронной аппаратуры и вычислительной техники.

За рубежом разработкой КС занимается более 90 фирм. Многие из них специализируются на выпуске только КС и принадлежностей, необходимых для компоновки. Структуры некоторых КС, разработанные зарубежными фирмами, приведены в табл. 2.2 [15, 16].

Конструкционные системы включают только конструкции — каркасы, корпуса различных применений. В 71% КС имеются частичные корпуса, а во всех КС — комплектные. Базовые конструкции распределены на четыре уровня в 54% КС. Уровни, как правило, не нумеруются и не обозначаются. Фирменное обозначение их имеется только в конструкционной системе INTERMAS (№ 5 табл. 2.2). В большинстве КС отдельным уровням и базовым конструкциям присваиваются самостоятельные наименования (обозначения), отвечающие, очевидно, коммерческим целям фирм. Начальный уровень «плата» имеется в 71% КС. В такое же процентное содержание КС включены кожухи различного исполнения. В двух КС имеются уровни — секции (группы) шкафов.

Следует отметить, что базовые конструкции уровней конструкционной системы имеют различные модификации и исполнения, обуславливаемые требованиями компоновки. Например, частичные корпуса, показанные на рис. 1.3, 1.4, применяются в комплектном корпусе и в горизонтальном и в вертикальном положениях, а также отдельно, на столе. Можно выделить два основных исполнения комплектных корпусов: шкафовое с вертикальной компоновкой ячеек и частичных корпусов и настольное преимущественно с горизонтальной компоновкой.

Известно, что комплектные корпуса, рекомендуемые МС МЭК 297-3, 1982, имеют одну величину размера L , при которой этот корпус размещается однозначно в корпусе шкафа с помощью фланцев и направляющих. Однако при компоновке некоторых микро-ЭВМ такое исполнение корпуса является избыточным по объему, в то же время его необходимо устанавливать в шкаф. Поэтому целесообразно использовать решение комплектного корпуса с размерами, кратными основному размеру L , устанавливаемому стандартами Eurocard 2100 и SYSTEM-II фирмы Hewlett-

Номер	Фирма. Наименование КС	Обозначение уровня	Наименование уровня
1	Augat Inc. AUGAT [17] Серия M, R, W и V (1)	I	Платы (базовые и интерфейсные, эквивалентные платам других фирм)
		II	Корпус частичный (рамка)
		III	Корпус комплектный: выдвижной с поворотными рамками, вставной для плат, вставной с поворотными вертикальными рамами
		IV	Кожух для вставного корпуса. Принадлежности: задняя панель с соединителями для серий M, R, W и V
2	Ortec Inc. [18] NIM; CAMAC	I	Плата
		II	Корпус частичный
		III	Корпус комплектный
3	Intel Corp. — INTEL [7] MOSTEK Corp. — MOSTEK Motorola Corp. — MOTOROLA Hewlett-Packard — SYSTEM-II [19]	I	Плата
		II	Корпус частичный
		III	Корпус комплектный, исполнения
4	UK Machine and Tool/UK/Ltd. EUROSYSTEM-C ELRACK OK (I, II, III, IV, 1, 3 и 4) PAC TEC (IV, 2 — серии C, CH, CLB, CHS, CS и CM) [20]	I	Плата
		II	Корпус частичный
		III	Корпус комплектный
		IV	Корпус комплексный
		1 Кожух напольный	
		2 Кожух настольный	
		3 Стойка	
4 Пульт			

Номер	Фирма. Наименование КС	Обозначение уровня	Наименование уровня	
5	AEG — Telefunken INTERMAS [21]	I	V Элементы конструкции	
			V1 Плата печатная Типы: C-100, C и F	
			V2 Платы с соединителем	
			V3 Корпус с соединителем	
		II	V4 Корпус частичный, вставной	
			V6 Корпус комплектный	
		III	V8 Панель передняя A; B; C ... M — 44,0; 88,5; 132,5 ... 532,5 мм и S=69,5 мм	
			IV	A Корпусы комплексные
			A1; A2 Корпус шкафа	
			A3 Корпус (кожух)	
IV	A4 Пульт			
	A7 Корпус вентиляционный			
	—	V Электромонтаж. Принадлежности		
	V1 Монтаж ручной			
V2 Монтаж машинный				
V3 Монтаж печатный				
V5 Соединители				
V6 Шины				
V7 Детали монтажа				
6	Transrack GmbH TRANSRACK 1. AMBIANCE 2. B55—B70 3. CAMAC 4. CARTRACK 5. C55 6. EUROPE 7. HARMONIE 8. NIM 9. PRATIC 10. TECHNIC	I	Платы	
			Корпус частичный	
		II	Корпус комплектный	
		III	Корпус комплексный	
		IV	1 Кожух	
		(IV.2)	2 Стойка	
		(IV.2)	3 Пульт	
		(III)		
		(I, III)		
		(IV.3)		
(III, IV)				
(III)				
(I, II, III)				
(IV, I)				
(IV.2)				

Pasard. Размер H принимается в пределах $2U \dots 7U$. Получающиеся объемные модули (наименьший типоразмер $L \times H = (1/4)L \times \times 2U$) позволяют образовывать составные корпуса необходимых типоразмеров (наибольший типоразмер $L \times H = 1 \cdot L \times 7U$), группируя их как по горизонтали, так и по вертикали. Механическое сочленение модулей и установка составных корпусов производится с помощью передней панели или поддона.

Другое исполнение комплектных корпусов, кратных по размеру L — основному размеру, выполнено в конструкционной системе AUGAT. Конструкции всех типоразмеров (четыре значения по L и два значения по H) имеют фланцы с отверстиями для установки корпусов в шкаф или в кожух соответствующего размера L .

В этой же конструкционной системе можно выделить конструкции комплектных корпусов, предназначенных для установки в шкафы стандартным способом, однако допускающих раскладку (разворот) ячеек и монтажных панелей для удобного доступа к элементам печатных плат и монтажу.

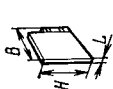
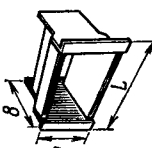
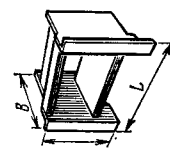
Половина всех КС содержит дополнительные наборы принадлежностей, включающие широкую номенклатуру изделий (деталей, сборочных единиц). Это обеспечивает удобство компоновки какого-либо функционального изделия. Иногда в состав принадлежностей включаются панели, платы и соединители, обеспечивающие в совокупности монтаж магистралей.

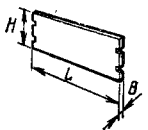
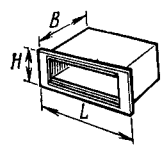
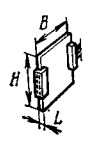
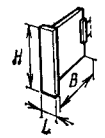
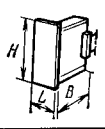
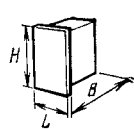
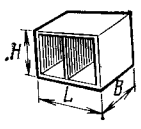
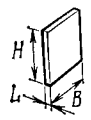
Базовые конструкции каждого из уровней КС выполняются в определенной степени готовности для поставки потребителю — в виде отдельных деталей или пакета (комплекта) деталей, готовых к сборке самим потребителем, и в виде готового изделия, непосредственно применяемого в функциональной системе.

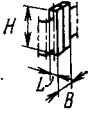





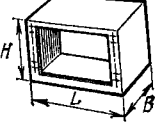
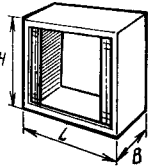
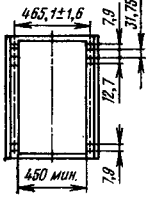
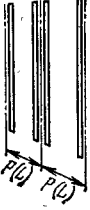
Рассмотрим две КС, применяемые за рубежом и у нас в стране. Конструкционная система (ГОСТ 26.201—80) имеет традиционную, но не полную структуру (отсутствует IV уровень). Ограниченная номенклатура типоразмеров, особенно типоразмеров I уровня, платы и невозможность самостоятельной применяемости ее препятствуют широкому применению соответствующей ФС в промышленности (см. табл. 2.3). Конструкционная система МЭК 48D [22] (см. табл. 2.4) имеет более полную структуру и достаточно большую номенклатуру типоразмеров БК, что позволяет ее широко использовать. Следует отметить, что оригинальный порядок чередования уровней отражает влияние исходного источника — МС МЭК 297-1, 1982, разработанного тогда, когда основным конструктивным модулем КС являлась передняя панель комплектного корпуса. Структура КС, аналогичная МЭК 48D, приведена в СТ СЭВ 3266—81.

В табл. 2.3 и 2.4 наряду с обозначениями и общими видами конструкций приведены ряды соответствующих значений основных размеров и характеристики применений. Совместное рассмотрение их облегчает понимание принципа конструктивной (размерной) совместимости базовых конструкций различных уровней. Конструкционная система МЭК (табл. 2.4) в большей мере удовлетворяет

Таблица 2.3

Уровень	Наименование уровня	Конструкционная система САМАС	Основные размеры, мм				Характеристика применения
			L	H	B		
I	Плата печатная	3	4	5	6	7	Отдельно не применяется
II	Сменный блок (корпус частичный)		—	182,9	305 макс.	290 макс.	Сменный блок состоит из следующих основных частей: передняя панель с фиксирующим винтом, полозья, вилка соединителя на 86 контактов
III	Невентилируемый корпус (корпус комплектный)		482,6	221,5	360 мин., 525 макс.	221,5	Корпус должен содержать не более 25 мест для установки сменных блоков с шагом 17,2 мм и соответствующее число розеток 86-контактного соединителя
				221,5+CU, где C=1, 2 н т. д.			

Уровень	Наименование уровня	Конструкционная система МЭК	Основные размеры, мм			Характеристика применения
			L	H	B	
1	Панель передняя		482,6	43,6; 88,1; 132,5; 177,0; 265,9; 310,3; 354,8; 399,2 443,7; 488,1; 532,6	Не менее 3	—
1.1	Корпус комплектный		482,6	43,6; 132,5; 88,1; 265,9; 177,0; 354,8; 310,3; 443,7; 399,2; 532,6 488,1;	112,24; 172,24; 232,24; 292,24	—
1.12	Корпус частичный		Не менее 1,6	55,55; 100,00; 144,45; 188,90; 233,35; 277,80; 322,25; 366,70; 411,15; 455,60; 500,05	100; 160; 220; 280	Частичный корпус может компоноваться в виде следующих типов, предназначенных для размещения в комплектном корпусе: 1 — плата в сборе, снабженная ручкой, соединителем, съемником
1						
2			Не менее $n \times 5,08$	84,25; 128,70; 173,15; 217,60; 262,05; 306,50:	102,54; 162,54; 222,54; 282,54	2 — плата в сборе, тип 1, снабженная, кроме того, передней панелью
			350,95; 395,40; 439,85; 484,30; 528,75			
3			—	—	—	3 — плата в сборе, тип 2, снабженная направляющими
4			—	—	—	4 — корпус, включающий переднюю и заднюю панели, направляющие и обшивки
5			—	—	—	5 — корпус без передней и задней панелей, может служить для компоновки корпусов типов 1 и 2
1.13	Плата печатная		По МС МЭК 249-2, 1970	55,55; 100,00; 144,45; 188,90; 233,35; 277,80; 322,25; 366,70; 411,15; 455,60; 500,05	100; 160; 220; 280	Координатная сетка 2,54 мм в соответствии с МС МЭК 97, 1970

Уровень	Наименование уровня	Конструктивная система МЭК	Основные размеры, мм			Характеристика применения
			L	H	B	
1.14	Соединители		11,1	94,0	21,0	В соответствии с МС МЭК 130-14, 1975 и МС МЭК 603-2, 1981
1.15	Монтаж		—	—	—	Накрутка
			—	—	—	Навивка
			—	—	—	Клемма
			—	—	—	Зажим
			—	—	—	Пайка
1.2	Каркас		—	—	—	Размеры в соответствии с МС МЭК 297, 1975
1.22	Корпусы Кожух		—	—	—	Размеры устанавливаются в соответствии с данными уровней 1.1 и 1.2
	Корпус шкафа (стойки)		550+; 600; 700+; 800; 900	800; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000; 2200	400; 450+; 600; 650+; 800; 900+	Для компоновки панелей и корпусов в соответствии с МС МЭК 297—1975. Корпус может иметь или не иметь съемные двери на одной или более сторон. Корпус без передней двери именуется корпусом стойки
			Плюсом отмечены размеры, не рекомендуемые к применению			
1.23	Стойки закрепленные		Шаг конструкции 500; 525; 550; 600	Не регламентируются		Для компоновки панелей и комплектных корпусов. Стойки, размещаемые линейно с необходимым шагом, закрепляются на полу в своей нижней части и на потолке (или на стене) в верхней части

требованиям совместимости и развития функциональных систем (микро-ЭВМ).

На основании вышеизложенного представляется целесообразным рассматривать конструкционную систему совместно с элементной системой в виде матрицы, содержащей также рекомендуемые уровни производных изделий функциональной системы (табл. 2.5). В составе конструкционной системы микро-ЭВМ принимается четыре уровня: уровень I — плата, последующие уровни II, III и IV — корпуса. Каждый уровень содержит только базовые конструкции и их модификации. Они применяются в масштабе данной конструкционной системы в соответствии со схемой входимости. Указатели и линии схемы показывают возможные варианты входимости базовых конструкций одного уровня в другие.

Базовые конструкции и их модификации можно сочленять между собой в пределах одного уровня. Они также могут входить в соответствующие конструкционные системы других отраслей, если те отвечают требованиям международных стандартов МЭК.

Основные размеры в таблице показаны только на рисунке платы в качестве примера стандартного местоположения для конструкций всех остальных уровней. Корпус частичный предназначается для размещения одной (двух) печатных плат. В коробчатом частичном корпусе могут размещаться больше двух плат и, кроме того, элементы так называемого объемного монтажа. Модификации частичного корпуса — плата с рычагами и плата с панелью — устанавливаются по направляющим. Механическое и электрическое соединения производятся врубным способом. Модификация комплектного корпуса — корпус (панель) предназначается для непосредственной компоновки элементов. Причем панель может содержать кожух, защищающий эти элементы, а также применяться в качестве заглушки при компоновке комплексных корпусов. Все другие модификации комплектного корпуса предназначаются для компоновки плат и частичных корпусов, а также любых необходимых элементов. Каркас устанавливается в комплексном корпусе с помощью направляющих (или с помощью передней панели или фланцев на винтах, аналогично креплению корпуса — панели). Каркасы и другие модификации комплектного корпуса выполняются, как правило, неврубного типа.

Корпус (кожух) применяется преимущественно для настольных компоновок. Составной корпус может стоять свободно на столе или фиксироваться соединительными деталями на столе или в каком-либо комплексном корпусе. Составной корпус отличается от частичных корпусов значениями основных размеров (прежде всего H и L), обуславливающих различные условия совместимости в базовых конструкциях III и IV уровней. Однако на их основе могут быть образованы одинаковые функциональные изделия.

По горизонтали в правой части матрицы табл. 2.5 располагаются уровни изделий функциональной системы (ФС), классифицированные по сложности выполняемых функций, видам компоновки и применения. Изделия функциональной системы рекоменду-

ется образовывать на основе необходимой базовой конструкции (БК) с помощью изделий элементной системы. Возможные компоновки изделий ФС для каждого уровня БК отмечаются по вертикали с правой стороны матрицы. Как видно, данная КС не рекомендует жесткую привязку функциональных изделий к каким-либо определенным БК. Например, ячейка может быть образована на основе БК I уровня и на основе четырех модификаций II уровня. Блок может быть образован на основе модификаций БК II и III уровней и т. д.

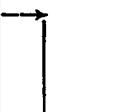

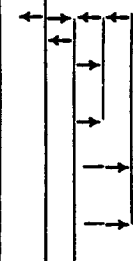




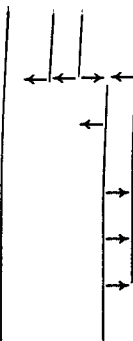




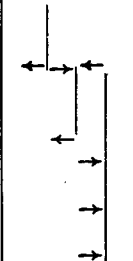




По горизонтали в середине матрицы располагаются элементы, предназначенные для компоновки в БК необходимого изделия ФС, т. е. модели микро-ЭВМ на основе какого-либо уровня этой системы.

Поскольку значение элементов в компоновке микро-ЭВМ весьма существенно, целесообразно кратко рассмотреть структуру элементной системы и тенденции ее развития. Для компоновки микро-ЭВМ применяются элементы различного назначения и вида: активные (ИС, БИС); пассивные (резисторы — R , конденсаторы — C , индуктивности — L); оперативные — элементы индикации (индикаторы светодиодные — СИД, индикаторы жидкокристаллические — ЖКИ, электронно-лучевые трубки — ЭЛТ); элементы управления (переключатели — ПК, клавиатурные пульта — КЛ); соединительные элементы (магистральные и интерфейсные соединители); монтажные элементы (печатный и проводной монтаж печатных плат, кабели).

При совместной компоновке в изделии (ячейке, микро-ЭВМ) элементы находятся в определенных связях, присущих системному объекту. Поэтому логично указанную совокупность элементов называть термином «элементная система» (ЭС). Аналогичная классификация элементов применяется в современных разработках функциональных систем ВТ и РЭА. Можно, например, отметить «схемотехническую (элементную) базу» РЭА [3], в состав которой включены: полупроводниковые приборы, резисторы, конденсаторы, индуктивные элементы, коммутационные устройства и монтажные связи.

Доля активных элементов ИС в составе элементной системы микро-ЭВМ в зависимости от назначения равна 23...46%. В перспективе эти цифры будут возрастать, в то время как объем (модели) микро-ЭВМ уменьшится. Это, как известно, происходит вследствие увеличения интеграции ИС, включения в их структуру части пассивных элементов, совершенствования способов компоновки кристаллов и выводов ИС, а также способов монтажа на печатной плате.

Все элементы, применяемые в микро-ЭВМ (активные, пассивные, оперативные, соединительные), унифицированы по форме корпусов и выводов для компоновки их с помощью монтажных элементов на едином основании — печатной плате по координатной сетке с шагом $1,25 \pm 0,1$ мм (2,54 мм). Постоянно совершенствуются функциональные параметры элементов, уменьшаются размеры

Конструкционная система микро-ЭВМ			Элементарная система							Функциональная система										
Наименование уровней, базовых конструкций и их модификаций	Схема входимости	Общий вид модификаций базовых конструкций	Элементы, применяемые в базовых конструкциях							Функциональные изделия на основе базовых конструкций										
			Активные	Пассивные	Оперативные		Соединительные	Монтажные												
					ИС; БИС	R; С; L			видикации	управления	СИД; ЖКИ; ЭЛТ	ПК; КЛ	магистральные; интерфейсы	печатные; проводные	плата	ячейка	кассета	блок	шкаф	пулг
I. Плата			+	+	+	+	+	+	+	+	+									
II. Корпус частичный																				+
1. Плата с рычагами		1 		+																+
2. Плата с панелью		2 		+																+
3. Корпус частичный		3 		+	+	+	+	+	+											+
4. Корпус коробчатый		4 		+	+	+	+	+	+											+
III. Корпус комплексный																				+
1. Корпус (панель)		1 			+	+	+	+												+
2. Каркас		2 			+	+	+	+												+
3. Корпус (кожух)		3 					+	+												+
4. Корпус составной		4 					+	+												+
IV. Корпус комплексный																				+
1. Корпус шкафа		1 						+	+											+
2. Корпус стойки		2 						+	+											+
3. Стол		3 																		+
4. Тумба		4 						+	+											+

корпусов и шага выводов, расширяется применение автоматизированных способов монтажа. В конструкции элементов предусматриваются возможности монтажа и демонтажа элементов самим потребителем. Основные размеры элементов согласовываются с основными размерами базовых конструкций с учетом их модульности. Направление поиска новых конструктивных и технологических решений определяется тремя факторами: плотностью связей (выводов), миниатюризацией элементов, стоимостью монтажа.

Выбор способа компоновки микро-ЭВМ в каком-либо виде производного функционального изделия выполняется в зависимости от конкретных функциональных требований и условий применения. Возможные применения элементов в базовых конструкциях для получения необходимых функциональных изделий на матрице табл. 2.5 обозначены знаком «+».

3. РАЗМЕРНЫЕ СООТНОШЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Базовые конструкции каждого уровня КС микро-ЭВМ характеризуются отношением трех основных размеров: длины L , высоты H и ширины B , представленных в структуре КС в виде рядов чисел. В зависимости от назначения и параметров микро-ЭВМ для ее компоновки используются базовые конструкции соответствующего уровня с определенным соотношением основных размеров.

Основные размеры базовой конструкции обозначают размеры сторон L , H и B ее корпуса (платы), с помощью которых производится механическое сочленение этого корпуса с другими корпусами любого другого уровня КС в соответствии со схемой входимости. Положение сторон устанавливается по их исходному состоянию (рис. 3.1).

На рис. 3.1 размер $L_1 III$ устанавливает длину проема комплектного корпуса с фланцами или длину его же (составного корпуса) без фланцев. Сторона платы, на которой размещаются соединители, обозначается H . В дальнейшем обозначения L , H и B для определенной базовой конструкции являются постоянными независимо от ее положения в пространстве другой базовой конструкции. Например, сторона платы с соединителями всегда должна обозначаться H , если даже сама плата при компоновке, например в комплектном корпусе, расположена горизонтально.

Ряды чисел основных размеров каждого уровня являются арифметическими прогрессиями. Они характеризуются тем, что разность между двумя следующими друг за другом числами ряда (модуль ряда) всегда постоянна. Ряды чисел одного размера для всех уровней, благодаря применению единого модуля, обеспечивают конструктивную совместимость конструкций различных уровней. В принципе для обеспечения комплексной совместимости целесообразно иметь единый модуль для рядов чисел основных

размеров L , H и B . Однако на практике это трудно осуществить из-за необходимости использования определенного задела в виде действующих рядов чисел.

Для образования конкретной базовой конструкции или ее модификаций из отдельных членов рядов чисел составляются типоразмеры, обозначаемые $L \times H \times B$ (для платы $H \times B$). Устанавливается приоритет применения. Порядок написания размеров для всех типоразмеров принимается постоянным. Оптимальность номенклатуры типоразмеров базовых конструкций оказывает существенное влияние на технико-экономическую эффективность проектирования, изготовления и применения микро-ЭВМ. При составлении типоразмеров учитываются следующие требования: а) достижение необходимой плотности компоновки соответствующего функционального изделия; б) выделение модуля составляемого ряда чисел, по крайней мере, одного из размеров, например размера B платы: $H \times B = 100 \times 160$ (160; 220; 280) мм, здесь 60 мм — модуль размера B ; в) принятие по возможности оптимальной пропорции (отношения сторон) основного типоразмера, обуславливающей гармонизацию формы базовой конструкции.

Основой для установления размеров изделий, отвечающих требованиям необходимой совместимости различных видов изделий, в общем случае являются ряды предпочтительных чисел. ГОСТ 8032—70 на ряды предпочтительных чисел устанавливает четыре основных ряда (Р5, Р10, Р20 и Р40) и один дополнительный (Р80). Однако эти ряды в новых условиях вариантных компоновок микро-ЭВМ, допускающих так называемое наращивание их мощности (производительности) при включении различных дополнительных функционально-конструктивных модулей в состав микро-ЭВМ по мере ее эксплуатации, не удовлетворяют поставленным требованиям. Вероятно, ряды чисел размеров и необходимые типоразмеры должны обладать дополнительными или универсальными свойствами.

Новое разработанное руководство МЭК по размерной координации включает две системы размеров (табл. 3.1). В обеих систе-

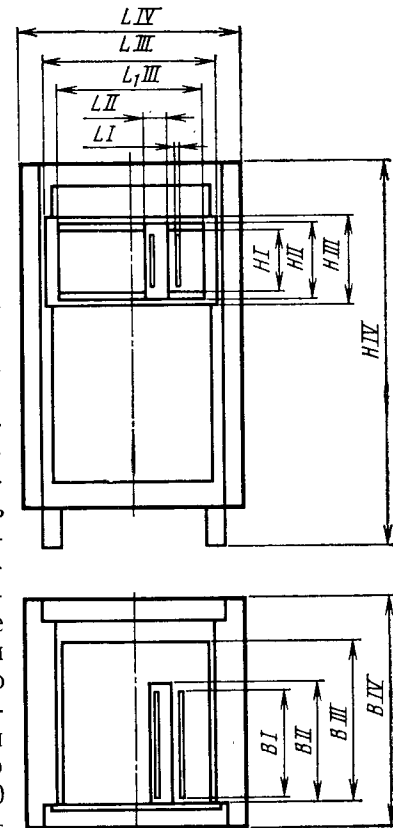


Рис. 3.1

Таблица 3.1

№ ряда	ГОСТ 8032—70				Guide МЭК 103, 1980	
	R5	R10	R20	R40	Система I	Система II
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
1				1,06		
2			1,12	1,12		
3				1,18	1,20	
4		1,25	1,25	1,25		
5				1,32		
6			1,40	1,40		
7				1,50	1,50	
8	1,60	1,60	1,60	1,60		
9				1,70		
10			1,80	1,80		
11				1,90		
12		2,00	2,00	2,00	2,00	
13				2,12		
14			2,24	2,24		
15				2,36		
16	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
17				2,65		
18			2,80	2,80		
19				3,00	3,00	
20		3,15	3,15	3,15		3,125
21				3,35		
22			3,55	3,55		
23				3,75		3,75
24	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
25				4,25		
26			4,50	4,50		
27				4,75		
28		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
29				5,30		
30			5,60	5,60		
31				6,00	6,00	
32	6,30	6,30	6,30	6,30		6,250
33				6,70		
34			7,10	7,10		
35				7,50	7,50	7,50
36		8,00	8,00	8,00		
37				8,50		
38			9,00	9,00		
39				9,50		
40	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

мах предпочтительным оказалось число 2,5. Оно может быть рекомендовано в качестве единого модуля рядов чисел перспективной конструкционной системы микро-ЭВМ. В целом эти метрические системы мер целесообразно применять как эталон при составлении полных или частичных рядов чисел КС, образуемых, например, на основе существующих рядов МОС и МЭК на аналогичную продукцию.

При составлении рядов чисел и типоразмеров базовых конструкций микро-ЭВМ и определении единого модуля рядов чисел

учитываются частичные ряды и соответствующие им модули элементов, komponуемых в микро-ЭВМ: корпусов ИС (ГОСТ 17467—79), соединителей (ГОСТ 23517—79) и печатных плат (ГОСТ 10317—79). Все эти ряды чисел имеют модуль — шаг выводов элементов и координатной сетки монтажа, равный 2,5 мм (1,25; 0,625 мм).

В зарубежных микро-ЭВМ достаточно широко применяется английская (дюймовая) система мер и шаг координатной сетки 0,1" (2,54 мм) или 0,05" (1,27 мм)*. Английская система мер в структуре конструкционной системы выражается, прежде всего, в размерах передней части комплектного корпуса (панели, каркаса, корпуса) $L \times H = 19" \times 1,75" \cdot n = 482,6 \times 44,45 \cdot n$ (мм), где n — номер типоразмера — 1; 2; 3 ... 45; 1,75" (44,45 мм) — величина модуля ряда чисел размера H^{**} . По величине $L = 19"$ (482,6 мм), постоянной длины передней панели исходной (базовой) конструкции комплектного корпуса, дюймовая система мер применительно к конструкциям в области электротехники и электроники получила название «19-дюймовая система мер» [23]. Она была введена в систему международной стандартизации (МС МЭК 297, 1969) по предложению ASA (Американская ассоциация по стандартизации), представившей стандарт ASA С 83.9—1956, соответствующий предшествующему стандарту SE 102 RETMA-1949 (Radio Electronics Television Manufacturing Association — Ассоциация изготовителей радиоэлектронного и телевизионного оборудования). Последний стандарт до сих пор используется в проектировании конструкций современных зарубежных микро-ЭВМ, например, моделей фирм Intel Corp., Motorola Inc. В Европейских странах применяется вторая редакция международного стандарта МЭК, указанного выше, — МС МЭК 297, 1975***) и стандарт DIN 41494 [24]. Международный стандарт МЭК 297, 1975 послужил основой для разработки аналогичных национальных и региональных стандартов на КС. На его основе разработан СТ СЭВ 834—77 [25], а в СССР принят соответствующей ему ГОСТ 26.202—81. Этот же стандарт наряду с DIN 41494 широко использован в проекте МС МЭК 1982, разработанном подкомитетом 48D МЭК. Размерные соотношения базовых конструкций МЭК 1982 рассмотрены ниже.

Стандартные дюймовые размеры L и H комплектного корпуса определили исполнение присоединительных и установочных размеров самого корпуса, а также платы и частичного корпуса по этой же дюймовой системе. Шаг координатной сетки печатных плат (ПП) и шаг выводов элементов составляет 0,1". Шаг координатной сетки установлен МС МЭК 97, 1970 только для отверстий печатной платы и не относится к основным ее размерам. Следует отметить, что дюймовая система мер оказывается неполной. Ряды чисел размеров L , H и B не имеют единого модуля, шаг координатной сетки ПП не является модулем рядов чисел ни по H , ни по B . В связи с этим базовые конструкции за-

* Из английской системы мер, включающей 26 мер, в области ВТ и РЭА широко используются всего две меры — дюйм (inch) — 1" (2,54 мм) и его доли: 0,5" (1,27 мм) и 0,25" (0,635 мм), а также мил (mil), равный 0,0001 дюйм = 0,0254 мм, и его производные, например 50 мил (1,27 мм), 20 мил (0,508 мм).

** Модуль высоты H обозначается U (Unit — единица измерения); в старой русской системе мер величина 1,75" (44,45 мм) называлась «вершок».

*** Международный стандарт МЭК 297-1, 1982 действует с 1983 г.

рубежных микро-ЭВМ имеют ограниченные возможности конструктивной совместности.

Возрастающая плотность компоновки ИС и монтажа печатной платы позволила широко применять в компоновках микро-ЭВМ малогабаритные, многовыводные элементы (ИС, соединители) с уменьшенным шагом выводов. Элементы с уменьшенным шагом выводов разрабатываются и изготавливаются в США в соответствии со стандартами JEDEC (Joint Electron Divise Engineering Council — Объединенный технический совет по электронным приборам при ASA) и NEMA (National Electrical Manufacturers Association — Национальная ассоциация электротехнической промышленности). По некоторым зарубежным источникам (в переводе на русский) числовые значения шага выводов и координатной сетки ПП составляют ряд в метрической системе мер: 2,5; 1,25; 0,625; 0,5 мм [26—29]. В некоторых случаях в одном изделии (например, микро-ЭВМ 4300 фирмы IBM Corp.) одновременно применяются значения шага, принадлежащие различным системам мер: английской (дюймовой) — 2,54 мм для промежуточной печатной платы и метрической — 2,5 мм для основной платы. Совместимость этих плат достигается с помощью соединителей-адаптеров [26]. Величина шага выводов и координатной сетки ПП в зарубежной литературе, как правило, задается в дюймовой системе мер, причем выражается или в дюймах, или в милах, или в переводе с них в миллиметрах. При переводе делаются неправильные округления. Так, в оригинале шаг выводов многовыводных керамических корпусов типа Cerdip дан в милах — 50, 25 и 20. Принимая во внимание, что мил = 1/1000 · inch = 1/1000 · 25,4 = 0,0254 мм, можно выразить шаг в мм: 1,27; 0,635 и 0,508. Округлять эти значения шага, как это делается в [26], или в проспектах зарубежных фирм, до 1,25; 0,625 и 0,5 мм нельзя. Ведь по таким результатам возможно неправильное предположение о необходимости для их компоновки печатной платы с шагом координатной сетки, равным 1,25 мм. Однако его осуществление приведет к несовместимости элементов и ПП.

Нужно отметить, что элементы с таким выводом, равным 0,05" или 50 мил (1,27 мм), практически нормально сочленяются с печатной платой, имеющей шаг координатной сетки 1,25 мм, при условии, когда число выводов элементов составляет не более восьми в один ряд (корпус ИС типа DIP с 16-ю выводами).

В СССР применяются обе системы мер — метрическая и английская (дюймовая), причем одновременно в соответствии с требованиями отраслевых стандартов. Примеры конкретных применений систем мер приводятся ниже.

Размеры корпусов ИС. Хотя корпуса ИС не включены в состав КС, размеры их целесообразно рассмотреть в данной главе. Интегральные микросхемы непосредственно используются в компоновке печатных плат и оказывают существенное влияние на выбор их типоразмеров. Требования к компоновке ИС обусловлены техническими параметрами корпусов ИС (см. табл. 3.2). Корпусы ИС по ГОСТ 17467—79 в зависимости от формы проекции тела корпуса на плоскость основания (печатную плату) и от расположения выводов подразделяются на типы и подтипы. На рис. 3.2 приведена классификация корпусов ИС. Приняты следующие обо-

Параметры и требования	Значения параметров, решение конструкции
Размеры монтажной площадки для размещения кристалла, мм	5,0×3,0; 5,2×5,2; 4,2×3,2
Способ крепления кристалла к корпусу	Соединение клеем холодного отверждения; пайка стеклоприпоем; пайка эвтектическая
Способ герметизации	Шовная контактная сварка; контактная сварка; припой ПСр 2,5
Герметичность, л·мкм/с	5·10 ⁻⁵
Сопротивление изоляции при постоянном напряжении 100 В, Ом	10 ⁹
Устойчивость к механическим нагрузкам, г	Ударные, многократные — 150; вибрационные — 40 (1 ... 5000 Гц); линейные — 500
Температура воздуха при эксплуатации, °С	—60 ... +155
Материал: корпуса	Пластмасса, керамика, металлокерамика
крышки	Керамика; металл 29НК
выводов	Металл 29НК
Мощность рассеивания, Вт	0,02 ... 7,00
Масса, г	1,1 ... 10
Способы монтажа корпусов на ПП	Пайка выводов в отверстия платы; приварка выводов к контактным площадкам; сочленение выводов с гнездами соединителя ИС, смонтированного на плате
Сечение выводов ИС, мм	∅ 0,3 ... 0,6 (тип корпуса 1101), 0,3×0,5 (12..., 13..., 14...), ∅ 0,4 ... 0,6; 0,36×0,59 (21...)

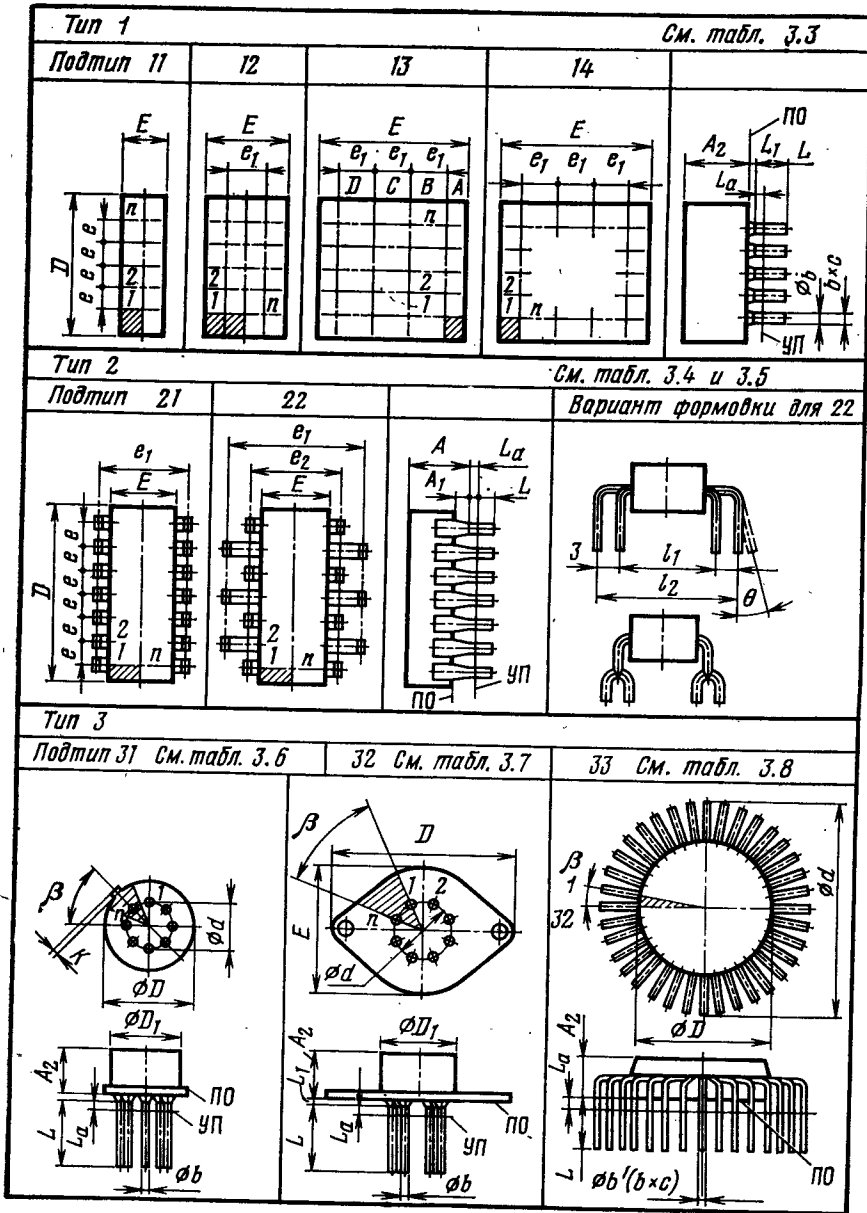


Рис. 3.2

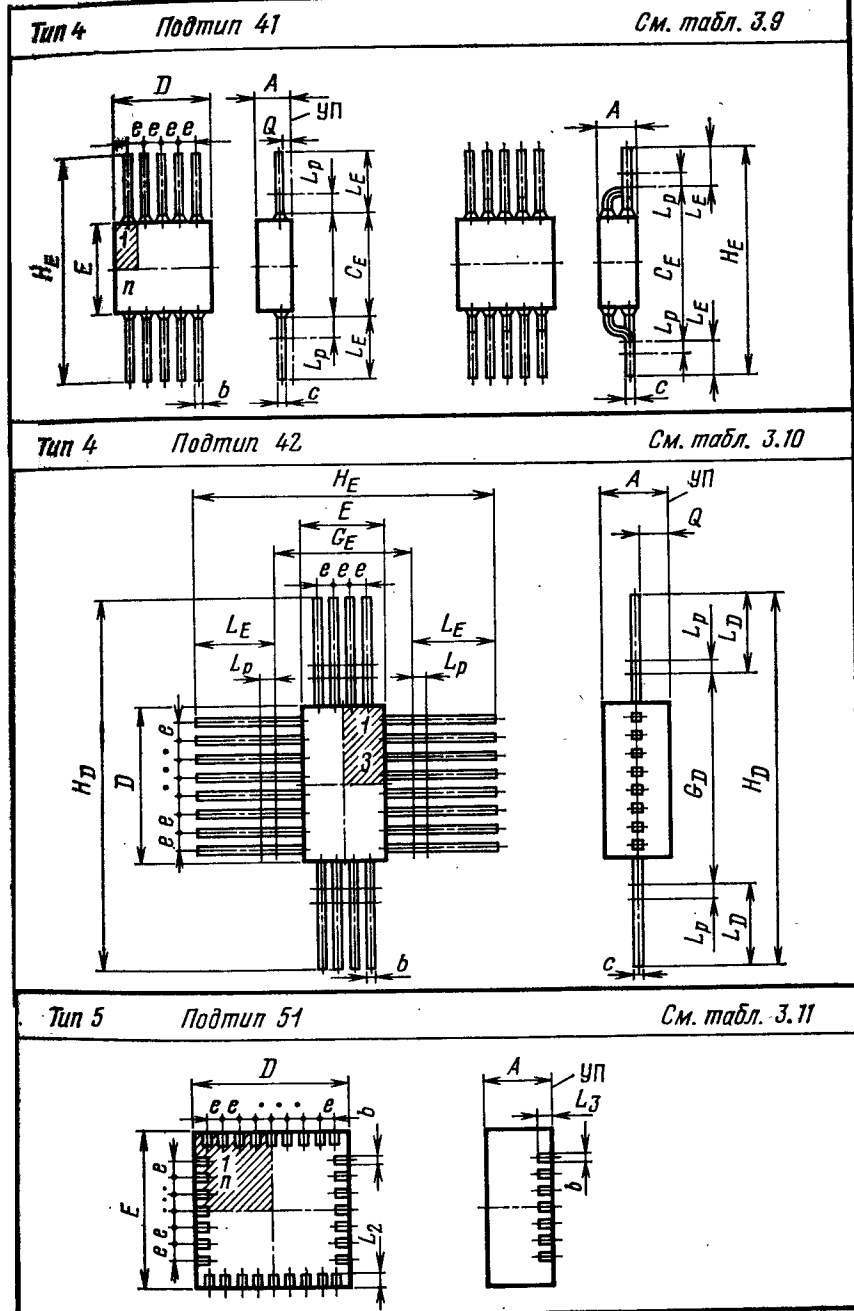


Рис. 3.2

Таблица 3.3

Шифр типоразмера	<i>n</i>	<i>D</i> макс.	<i>E</i> макс.	<i>A</i> ₂ макс.	<i>b</i> макс.	<i>c</i> макс.	<i>e</i> ном.	<i>L</i> макс.	<i>L</i> _а макс.	<i>L</i> ₁ макс.
1101	7	19,5	4,5	20,0	0,5	0,4	2,5	8,0	0,7	0,5
1201	10	14,5	7,0	7,5						
1203	14	19,5	14,5							
1205	16	22,0	19,5							
1208	20	27,0	17,0							
1210	28	37,0	27,0							
1212	40	52,0	37,0							
1213	46	59,5	39,5	10,0						
1218	24	32,0	7,0	20,0						
1219	22	29,5	9,5							
	<i>n</i> _{<i>D</i>}	<i>n</i> _{<i>E</i>}								
1301	4	4	12,0	12,0	7,5					
1305	9	5	24,5	19,5						
1401	5	5	14,5	14,5						
1407	22	14	57,0	37,0						

Таблица 3.4

Шифр типоразмера	<i>n</i>	<i>D</i> макс.	<i>E</i> макс. <i>e</i> _{1, ном.}	<i>e</i> ном.	<i>A</i> макс.	<i>A</i> ₁	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>L</i>	<i>L</i> _а
2101	8	12,0	7,5	2,5	5,0	1,8	0,59	0,36	5,0	0,7
2104	18	24,5								
2105	14	19,5	10,0							
2109	24	32,0								
2110	14	19,5	12,5							
2114	32	42,0								
2116	16	22,0	15,0		(6,25)					
2123	40	52,0								
2127	14	19,5	17,5							
2134	48	62,0								
2135	66	84,5	20,0	7,5						
2139	32	42,0								

значения: ПО — плоскость основания; УП — установочная плоскость (плоскость, на которую устанавливается ИС); *A* — расстояние от УП до верхней точки ИС; *A*₁ — расстояние между УП и плоскостью основания ИС; *A*₂ — расстояние от плоскости основания до верхней точки ИС; *E* — ширина ИС; *D* — длина ИС; *H*_{*E*} — общая ширина ИС; *H*_{*D*} — общая длина ИС; *L*, *L*_{*D*}, *L*_{*E*} — длина вывода, пригодная для монтажа; *e* — шаг выводов (шаг

Таблица 3.5

Шифр типоразмера	<i>n</i>	<i>D</i> макс.	<i>E</i> макс.	<i>e</i> ном.	<i>e</i> ₁ ном.	<i>e</i> ₂ ном.	<i>A</i> макс.	<i>A</i> ₁ макс.	<i>b</i> макс.	<i>c</i> макс.	<i>L</i> макс.	<i>L</i> _а макс.
2201	14	19,5	7,5	2,5	5,0	10,0	5,0	1,8	0,59	0,36	5,0	0,7
2203	40	28,2	22,5		20,0	25,0	6,25					
2207	48	33,2	17,5	1,25	15,0	20,0	5,0					
2209	64	45,7	25,0		22,5	27,5						

Таблица 3.6

Шифр типоразмера	<i>n</i>	<i>A</i> ₂ макс.	β ном.	<i>a</i> ном.	<i>b</i> макс.	<i>D</i> макс.	<i>D</i> ₁ макс.	<i>L</i> макс.	<i>L</i> ₁ макс.	<i>L</i> _а макс.
3101	8	4,7	45°	5,0	0,51	9,4	8,5	14,5	0,5	0,7
3103	12		36°							
3105	10		30°							

Таблица 3.7

Шифр типоразмера	<i>n</i>	<i>D</i> ₁ макс.	<i>A</i> ₂ ном.	<i>D</i> ₁ ном.	<i>A</i> ₂ макс.	β макс.	<i>a</i> макс.	<i>b</i> макс.	<i>L</i> макс.	<i>L</i> ₁ макс.	<i>L</i> _а макс.
3201	8	40	27	16,5	15,0	45°	12,5	1,0	9,2	2,0	1,5
3204	10			22,8	7,5	36°					

Таблица 3.8

Шифр типоразмера	<i>n</i>	<i>D</i> ₁ макс.	<i>A</i> ₂ макс.	β мин.	<i>a</i> ном.	<i>b</i> макс.	<i>c</i>	<i>L</i>	<i>L</i> _а
3301	32	16,5	5,0	11°15'	25,0	0,85	0,38	5,0	0,7

Таблица 3.9

Шифр типоразмера	n	D макс.	e ном.	E, G макс.	HE макс.	A макс.	b макс.	c макс.	L_E, L_D мин.	L_P макс.	Q макс.	
4101	6	4,50	1,25	5,0	22,50	5,0	0,54	0,2	5,3	0,7	2,3	
4102	14	9,50										
4106	16	10,75		7,5	25,00							2,5
4108	16	10,75		11,25	28,75							
4110	24	15,75										
4116	18	12,00		13,75	36,25							
4118	24	15,75										
4122	40	25,75										
4124	16	10,75		15,00	38,50							
4128	40	25,75										
4130	48	30,75										
4135	64	40,75	20,00	42,50								
4138	42	27,00	26,75	53,75	7,5							
4142	48	30,75	28,75	56,25								
4146	70	44,50	41,25	68,75								
4147	16	5,175	0,625	8,75	21,25	2,5						
4149	16	5,175		11,25	23,75							

Таблица 3.10

Шифр типоразмера	n_D	n_E	D макс.	e ном.	E макс.	H_D макс.	H_E макс.	A макс.	b макс.	c	L_E, L_D мин.	L_P макс.	Q макс.
4201	9	4	12,50	1,25	6,25	35,0	32,0	5,0	0,54	0,2	5,3	0,7	2,3
4203	16	16	21,25		21,25	48,0	48,0						

Таблица 3.11

Шифр типоразмера	n	n_D	n_E	D, E макс.	A_2 макс.	b макс.	L_2, L_3 макс.	e ном.
5101	24	7	5	10,0	5,0	0,9	1,6	1,25
5103	44	11	11	15,0				
5105	56	13	13	20,0				

позиций выводов); заштрихованные области, условно показанные со стороны основания, предназначены для размещения ключа ИС, показывающего позицию вывода после установки ИС на плате.

Размеры некоторых корпусов приведены в табл. 3.3—3.11 (все размеры даны в мм). Шаг выводов для каждого типа корпусов устанавливается: для типов 1 и 2 — 2,5 мм, для типа 3 — под углом $360^\circ/n$, для типа 4 — 0,625 мм, 1,25 мм и для типа 5 — 1,25 мм. Размеры постоянных деталей см. в табл. 3.12.

Для увеличения плотности компоновки ИС в микро-ЭВМ были разработаны новые типы корпусов ИС и БИС, получившие название кристаллоносители.

В дополнение к ГОСТ 17467—79 был введен отраслевой стандарт, устанавливающий основные и присоединительные размеры корпусов типов H и M . Отличительной особенностью их является способ монтажа на основание (печатную плату) — посредством выводов — площадок. Применения корпусов ИС типа H дает возможность не только увеличить плотность компоновки самих ИС, но и улучшить их электрические параметры. Наиболее очевидным преимуществом корпусов ИС типа H по сравнению с традиционными корпусами является значительное уменьшение геометрических параметров — основных размеров, площади и объема конструкции по отношению к одному и тому же кристаллу с одинаковым количеством выводов.

Классификация корпусов ИС типов H и M дана на рис. 3.3, 3.4. На рис. 3.4 показаны: a , $в$ — корпус с выводными площадками; $б$ — корпус с выводами (применяется при отладке изделий); $г$ — корпус с выводами, сформированными для планарной установки на плате.

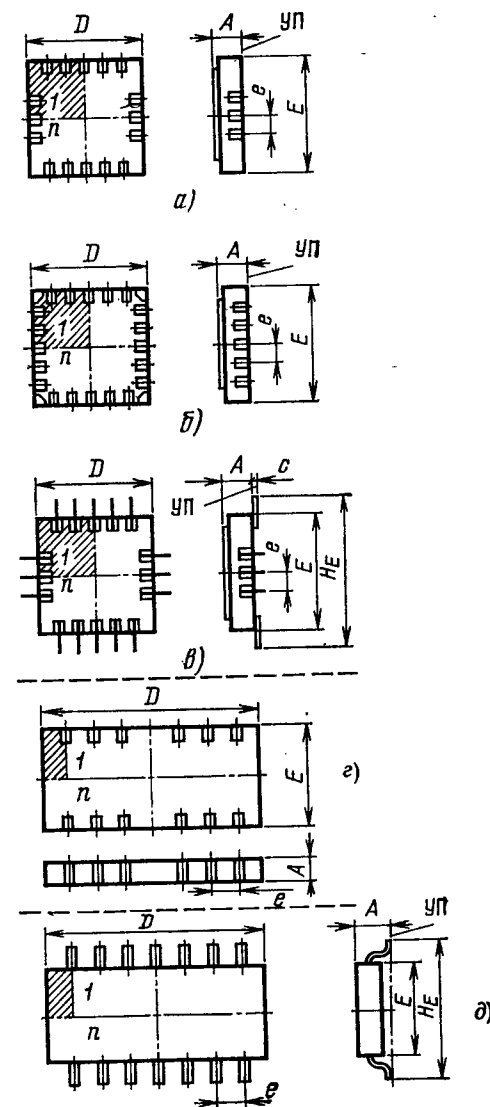


Рис. 3.3

Таблица 3.12

Норма	Размеры									
	A	b ₂	b ₃	b* ₁	c ₁ **	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	R
Минимум	—	0,49	0,25	0,25	0,07 0,15(M)	3,0	0,80	0,40	0,49	—
Максимум	2,50	0,59	0,59	0,43	0,20 0,25(M)	—	1,20 3,00(M)	1,65 2,00(M)	1,80	0,3

*) Размеры устанавливаются при изготовлении корпусов с выводами.

**) В случае применения корпусов с выводами размер A допускается увеличивать до 3,0 мм.

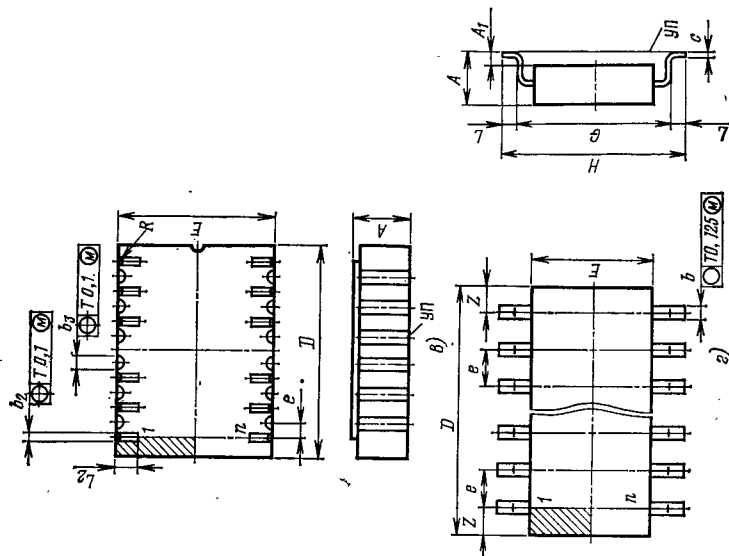


Рис. 3.4

Таблица 3.13

Шифр типоразмера Рис. 33, а, б, в	n	n _D	n _E	e	D, E макс.	H	
						минимум	максимум
H01	14	3	4	1,0	6,80	—	—
H02	16	5	3		6,80	12,80	15,20
H08	24	12	0		12,20	18,20	20,60
H10	28	7	7		9,60	—	—
H14	40	10	10		12,49	—	—
H16	42	12	12		14,52	—	—
H19	64	17	15		18,62	24,62	27,00
H20	84	21	21		23,76	—	—

Таблица 3.14

Шифр типоразмера Рис. 33, г	n	n _D	n _E	e	D макс.	E макс.
H21	26	13	0	0,625	8,80	12,50
H22	52	26	0		17,60	12,50

Таблица 3.15

Шифр типоразмера Рис. 33, д	n	e	D макс.	G мин.	G, E макс.	H	
						минимум	максимум
M03	8	1,25	5,0	4,00	5,20	5,70	6,30
M05	12		7,5				
M08	16		10,0				

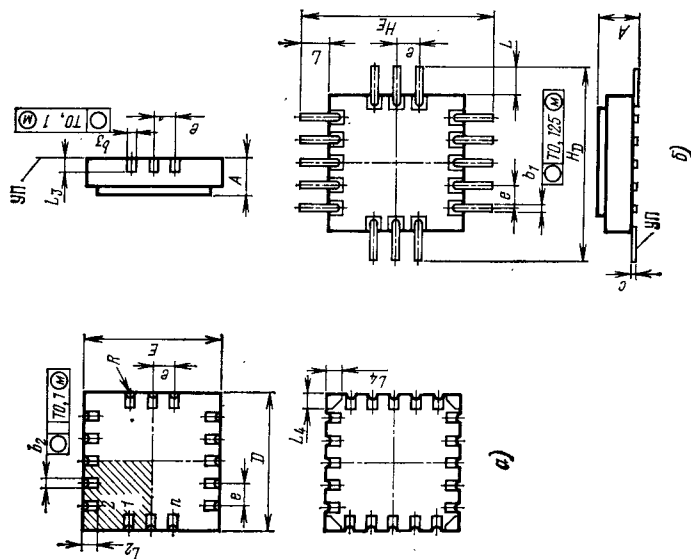


Таблица 3.16

Тип корпуса	Число выводов	Основные размеры корпуса, мм				Площадь корпуса с выводами, см ²	Плотность компоновки выводов, см ² /выв.
		D макс.	E макс.	e ₁	e ₂		
1101	9	19,5	—	4,5	—	0,88	0,098
1205	16	22,0	—	19,4	—	4,29	0,268
1301	16	12,0	—	12,0	—	1,44	0,090
1401	16	14,5	—	14,5	—	2,17	0,136
2116	16	22,0	—	15,0	15,0	3,30	0,206
2103	16	22,0	—	7,5	7,5	1,65	0,103
2109	24	32,0	—	10,0	10,0	3,20	0,133
2136	64	82,0	—	22,5	22,5	18,45	0,288
e ₂							
2202	16	22,0	—	7,5	10,0	2,20	0,137
2209	64	45,75	—	25,0	27,5	11,44	0,179
H _D макс. H _E макс.							
4106	16	10,75	—	7,5	25,00	2,69	0,149
4110	24	15,75	—	11,25	28,75	4,53	0,189
4135	64	40,75	—	20,00	42,50	8,15	0,127
4201	36	12,50	35,0	6,25	32,00	11,20	0,311
4203	64	21,25	48,0	21,25	48,00	23,04	0,360
5101	24	10,00	—	10,00	—	1,00	0,042
5105	56	20,00	—	20,00	—	4,00	0,071
H02	16	6,80	—	6,80	—	0,46	0,029
H08	24	12,20	—	12,20	—	1,44	0,060
H16	42	14,52	—	14,52	—	2,10	0,050
H19	64	18,62	—	18,62	—	3,47	0,054

Таблица 3.17

Ширина (глубина) B, мм	100	160	220
Высота H, мм	100,0; 144,5; 188,9; 233,4		

Таблица 3.18

Основные размеры комплектного корпуса		Основные размеры печатных плат, мм		
Типоразмер U	Высота H, мм	Высота H _п -0,3		Ширина B _п -0,3
		Ряд 1	Ряд 2	
2U	88,1	55,55	67,31	100; 160; 220; 280
3U	132,5	100,00	111,76	
4U	177,0	144,45	156,20	
5U	221,5	188,90	200,70	
6U	265,9	233,35	245,10	
7U	310,3	277,80	289,55	
8U	354,8	322,25	334,00	
9U	399,2	366,70	378,45	
10U	443,7	411,15	422,90	
11U	488,1	455,60	467,35	
12U	532,6	500,05	511,80	

Основные размеры представлены в табл. 3.13—3.15. Размеры постоянных деталей, одинаковых для всех корпусов, сведены в табл. 3.12.

Компоновочные характеристики микросхем в различных корпусах даны в табл. 3.16. Сравнение значений плотности компоновки выводов показывает преимущество корпусов типа 51 и типа H.

Размеры печатных плат. Плата в структуре КС микро-ЭВМ рассматривается в виде конструктивного модуля БК трех первых уровней. Основные размеры H и B общего назначения ПП выбираются по ГОСТ 10317—79. Зона размеров, рекомендуемых для выбора, показана на рис. 3.5. До 100 мм можно применять любые размеры, кратные 2,5 мм. До 350 мм принимаются размеры, кратные 5,0 мм, а свыше 350 мм — кратные 10 мм. Наибольший размер не должен превышать 470 мм в любом направлении. Кроме того, отношение сторон не более 1:4. Как видно, количество возможных типоразмеров плат очень большое. Однако для обеспечения конструктивной совместимости должно быть наложено ограничение на применение размеров. Типоразмеры плат, применяемые в промышленности, даны в следующей главе, в табл. 4.2 и 4.6.

В качестве примера установления рационального ряда основных размеров печатной платы рассмотрим стандарт DIN 41494 [30], распространяемый на так называемые Европейские платы (табл. 3.17).

Исходным типоразмером принят H×B=100×100 мм, как видно, на основе метрической системы мер. Высота печатной платы H=100 мм принята в соответствии с высотой передней панели комплектного корпуса 3U (H=132,5 мм) с учетом размещения на-

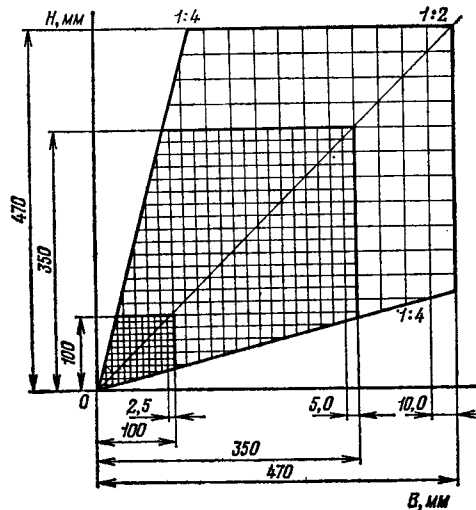


Рис. 3.5

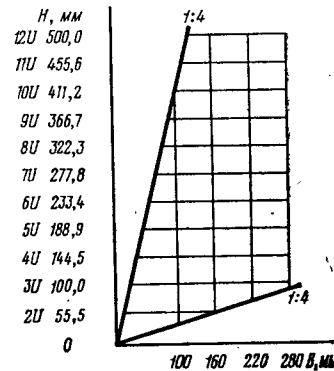


Рис. 3.6

привлекаясь в корпусе. Ряд чисел размера H образуется от того же модуля $U=44,45$ мм, с помощью которого получают ряд чисел для базовых конструкций III уровня конструкционной системы. Ряд чисел размера B получается с помощью модуля, равного 60 мм. Стандартом установлены предпочтительные типоразмеры: 100×160 мм (тип C) и $233,4 \times 160$ мм (тип F), хорошо совместимые в комплектных корпусах (по размеру H). Плата типа F называется двойной.

Международный стандарт МЭК 297-3, 1982, разработанный подкомитетом (ПК) 48D, значительно расширяет ряд чисел размеров H и B базовых конструкций, но предпочтительные типоразмеры не устанавливает (рис. 3.6). В табл. 3.18 приводятся значения размера H печатной платы вместе с соответствующими значениями размера H комплектного корпуса. Значения ряда 1 рекомендуется применять для ПП, компоновываемых в частичном корпусе. Значения ряда 2 применяются для ПП и частичных корпусов, вставляемых непосредственно в комплектный корпус. Однако целесообразно из условий совместимости принимать значения ряда 1 для ПП любых применений, а значения ряда 2 для применения в частичном корпусе.

Выбору типоразмеров печатной платы микро-ЭВМ придается весьма важное значение, поскольку на этом этапе проектирования закладываются потенциальные возможности получения вариантов компоновок (наращивания); достижения высокой плотности компоновки и обеспечения конструктивной и электрической совместимости. При выборе типоразмеров ПП учитываются, прежде всего, функциональные и конструктивно-технологические требования. Первые — выражаются плотностью компоновки: отношением площади платы к количеству ИС₁₆ (см²/шт.). Вторые требования отражают технологические возможности производства ПП, в том числе разрешающую способность фотолитографии, эффективность изготовления заготовок, механическую прочность, использование автоматизации при компоновке и разводке монтажа.

Проанализируем применение типоразмеров печатной платы микро-ЭВМ в зарубежной и отечественной практике проектирования. Для установления наиболее характерных для микро-ЭВМ соотношений размеров ПП было рассмотрено более 300 моделей одно- и многослойных микро-ЭВМ, разработанных с 1977—1981 гг. Было выявлено 100 типоразмеров ПП. По инвариантности одного из двух размеров они распределены на 12 групп. В каждой группе содержится базовый и производные типоразмеры, получаемые изменением значений размеров B или реже H . Наибольшее распространение имеет базовый типоразмер $H \times B = 304,8 \times 171,5$ фирмы Intel Corp. Этот же типоразмер чаще других используется другими фирмами. В последнее время получают все большее распространение типоразмеры Европлат 100×160 и $233,4 \times 160$ мм.

Для получения более полного представления о развитии типоразмеров ПП в табл. 3.19 приводится краткий перечень основных типоразмеров ПП и соответствующих фирм-разработчиков. С этой

Типоразмер $H \times B$, мм	Площадь платы S_p , см ²	Обозначение микро-ЭВМ	Ведущая фирма
1	2	3	
304,8×171,4	522	SBC 80/10. iSBC 86/12A. iSBC 88/40	Intel Corp.
304,8×216,0	659		
304,8×271,5	837	SBC 80/05	
304,8×254,0	774	MCS 85. SYSTEM. DESIGN KIT	
199,4×171,5	342	iSBC 80/04	
207,4×264,2	548	in-1600	
190,5×241,3	460	MBC/1 Микро-NOVA	Data General Corp.
381×381	1452	MV/8000 NOVA PCM in-5150 ECLIPSE. ADD-IN MEMORY	Digital Equipment Corp. (DEC)
127×215	373	ISI-11/2	
127×178	226	Контроллер НГМД	
254×215	546	ISI-11/3	
381×214,3	816		
131,8×214,3 265,2×214,3	283 568	Unibus terminator/bootstrap KDII-EA.	
398,5×214,3 568,1×214,3 233,4×160,0 248×152	854 1218 352 374	Серия 1113. Микро-ЭВМ LSI-11/23. Процессор KDE11-AA M68MM01	Motorola
114,3×165,1	189	MD-SBC-1	Mostek Corp.
114,3×190,5	218	CDP 18S601	RKA COSMAC
196,8×220,7	434	Digital-Computer	Newlett-Packard
171,5×279,4	479	2-платная микро-ЭВМ	
100×160	160	SPM-80 Kompakt-Compyter	Siemens AG
101×156 101,6×165	158 168	Z8-SBC	Zilog

1	2	3	4
110×160	176	Процессор 3601	Siemens AG
220×160	352		
233,4×160	373	8X300DMS Платы Elrack CL Z80	Philips Data Systems Jack Evans. Electronic Distribution Ltd. SGS-ATES Group of companies
233,4×220	513	Универсальная плата	Mostek GmbH
233,4×250	584	Одноплатая микро-ЭВМ F8	Mostek GmbH

же целью в табл. 3.20 даны типоразмеры ПП, устанавливаемые стандартами на магистрали микро-ЭВМ, а также типоразмеры, рекомендуемые проектом МС МЭК, 1982 (ПК 47В) «Микропроцессорные системы». Следует отметить тенденцию образования типоразмеров ПП в соответствии с рекомендациями МС МЭК 297-3, 1982 кратных модулю 3U: $H=100$ мм и $H=233,4$ мм; $B=100 \dots 400$, кратных модулю 60 мм. Вместе с тем имеют распространение типоразмеры 8U: $H=322,25$ мм, аналогичные типоразмеру $H \times B=304,8 \times 171,4$ мм. Из табл. 3.19 видно, что образование типоразмеров ПП связано с изменением одного из размеров: H или B . Изменение размера B платы обуславливает получение относительно стабильных основных размеров передней части комплектного или частичного корпуса. Изменение размера H позволяет образовывать необходимые типоразмеры комплектных корпусов с переменной передней частью, так называемые одинарные, двойные, тройные корпуса. Анализ типоразмеров ПП зарубежных микро-ЭВМ показывает, что разработчики не отдают предпочтения какому-либо одному способу образования типоразмеров. Более того, многие фирмы получают типоразмеры ПП, изменяя оба размера: H и B .

Очевидно, что для обеспечения конструктивной совместимости ячеек (плат) микро-ЭВМ необходимо наличие ряда типоразмеров, составленного на основе единого модуля: $1U=44,45$ мм.

Магистральные соединители размещаются на ПП по МС МЭК 297-3А, 1982 в определенных местах (рис. 3.7). Расстояние между осями двух и более вилок соединителя или ПП равняется аналогичному расстоянию в комплектном корпусе. Причем первый соединитель в нижней части платы обозначается ХТ1. Нижняя сторона (кромка) платы принимается за базу. Размер a — расстояние между осевыми линиями платы и первого (нижнего) соеди-

Типоразмер $H \times B$, мм		Площадь платы $S_{п}$, см ²	Наименование (тип) магистрали	Стандарт, фирма-разработчик
304,8×171,4		522	Multibus	Intel Corp.
233,4×220		513	И41 (соответствует Multibus)	—
233,4×160		373	Eurobus	Проект МС МОС/ДР 6951-81
100,0×220 233,4×220		220 513	Multirate Highway	E3S, ESONE, 1981; МС МЭК-3, 1982
H	B	100 ... 2000	Backplane Bos	P 896 МС МЭК-3, 1982
100,0;	100;			
233,4;	160;			
366,7;	220;			
500,0;	280;			
322,3×400		1289	Fastbus	NIM, ESONE, 1982
203,0×235		477	WERSABUS	Motorola Corp.
368,0×235		865		
100,0×160		160	VME bus	МС МЭК, 1982, ПК 47В
233,4×160		373	Backplanes	Полупроводниковые приборы — интегральные микросхемы. Микропроцессорные системы

нителя — равен половине разницы высоты рассматриваемой и исходной плат, например: для ПП 4U $a=(144,45-100):2=22,22$ мм; для ПП 9U $a=(366,7-100):2=133,35$ мм.

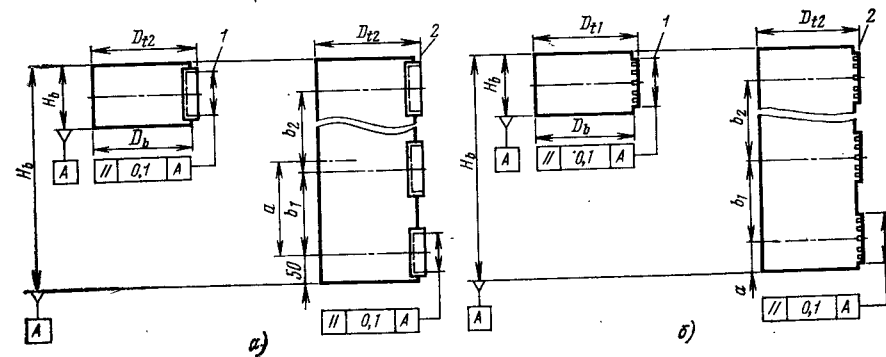


Рис. 3.7

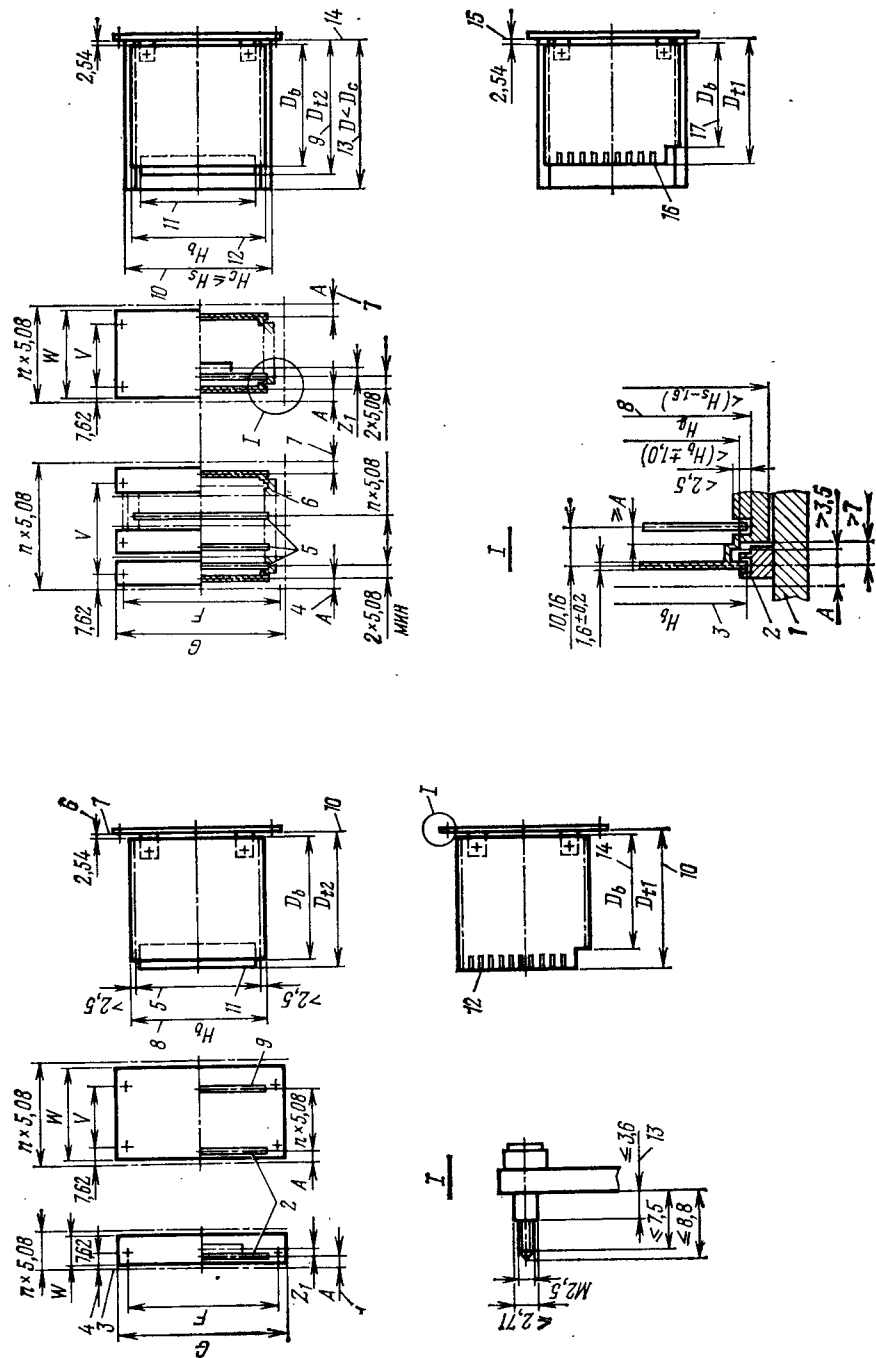


Рис. 3.9

Рис. 3.8

Типоразмеры ПП отечественных микро-ЭВМ и РЭА приведены в следующей главе.

Размеры частичных корпусов. В МС МЭК-3, 1982 разработаны два типа частичных корпусов: обычный (рис. 3.8) и коробчатый (рис. 3.9).

В частичном корпусе обоих типов размер A (1 на рис. 3.8 и 4 на рис. 3.9), устанавливающий положение осевой линии первой печатной платы, принимается равным 3,27 мм. В этом случае зазор между боковой панелью и выводами элементов, установленных на плате при $A=3,27$ мм, равен 2,01 мм. Толщина (2 на рис. 3.8) печатных плат для частичных корпусов должна быть $1,6 \pm 0,2$ мм* согласно МС МЭК 249-2, 1970. Остальные обозначения на рис. 3.8: 3 — начало отсчета шагов размещения ПП; 4 — при номинальной длине панели 5,08 мм размер 7,62 мм уменьшается до 2,54 мм; 5 — размер высоты для компоновки элементов; 6 — номинальный размер 2,54 мм; 7 — передняя плоскость крепления; 8 — высота H_b ПП; 9 — печатная или монтажная плата для элементов; 10 — размеры D_{t1} и D_{t2} — контрольные (приемные), обеспечивают нормальное контактирование соединителя; 11 — соединитель косвенного контактирования, свободно устанавливаемый на плате; 12 — краевые печатные контакты платы; 13 — указаны максимальные размеры для оптимальной установки передней панели встроенного устройства крепления (крепление винтом М2,5 мм является стандартным; допускаются другие способы крепления по соглашению изготовителя и потребителя); 14 — полная глубина (ширина) ПП, состоящая из размера D_b , указанного в табл. 3.21, и размера шипа (вилки) платы.

Основные размеры частичного корпуса, рекомендуемые МС МЭК 297-3, 1982, приведены в табл. 3.21.

На чертеже частичного коробчатого корпуса (см. рис. 3.9) приняты следующие обозначения: 1 — горизонтальная часть (деталь, балка) комплектного корпуса; 2 — направляющая, устанавливаемая в комплектном корпусе; 3 — высота H_b частичного корпуса принимается из табл. 3.21, равная высоте ПП соответствующего типоразмера; 4 — размер A ; 5 — печатные платы; 6 — данная направляющая не может быть применена для ПП с соединителем косвенного контактирования при размере $A=3,27$ мм; 7 — для данного типа частичного корпуса при размере $A=3,27$ мм правая направляющая должна быть перевернута; 8 — размер H_g между направляющими; 9 — полная глубина ПП; 10 — размер $H_c \leq H_s$; 11 — соединитель косвенного контактирования, свободно устанавливаемый на плате (размер высоты места для него на плате зависит от выбранного типа соединителя); 12 — высота H_b печатной платы; 13 — полная глубина частичного корпуса; 14 — передняя плоскость крепления; 15 — номинальный размер; 16 — краевые печатные контакты; 17 — размер из табл. 3.21.

Размеры комплектных корпусов. Комплектный корпус в структуре конструкционной системы микро-ЭВМ является своеобразным конструктивным модулем базовой конструкции и ее модификаций

* В СССР толщина печатных плат принята равной $1,5 \pm 0,2$ мм.

Таблица 3.21

Число модулей	Комплектный корпус		Частичный корпус							W; V					
	E (H)	H _s	H _b		G	F	D _b								
			Ряд 1	Ряд 2			1	2	3		4				
2 U	88,1	67,55	55,55	67,31	84,25	78,50									
3 U	132,5	112,00	100,00	111,76	128,70	122,90									
4 U	177,0	156,45	144,45	156,20	173,15	166,95									
5 U	221,5	200,90	188,90	200,70	217,60	211,40									
6 U	265,9	245,35	233,35	245,10	262,05	255,85	100,0	160,0	220,0	280,0	n×5,08				
7 U	310,3	289,80	277,80	289,55	306,50	300,30									
8 U	354,8	334,25	322,25	334,00	350,95	344,75									
9 U	399,2	378,70	366,70	378,45	395,40	389,20									
10 U	443,7	423,15	411,15	422,90	439,85	433,65									
11 U	488,1	467,60	455,60	467,35	484,30	478,10									
12 U	532,6	512,05	500,05	511,80	528,75	522,55									

Примечания: 1. Все размеры даны в мм. 2. Предпочтительные размеры выделены шрифтом. 3. Модуль 1U=43,6 мм.

IV уровня. Основные размеры комплектного корпуса и его модификаций выбираются из рядов чисел, рекомендуемых МС МЭК 297-1, 1982 и МС МЭК 297-3, 1982.

Размер L для модификации панель и каркас комплектный составляет 482,6 мм. Такой же размер L имеет передняя панель комплектного корпуса. Вместе с тем, как показывает анализ конструкций зарубежных микро-ЭВМ, широко применяются размеры меньшие и кратные базовой величине 450 мм (длина корпуса) или 426,72 (длина проема корпуса). Корпусы такого типа — составные, предназначаются для компоновки в кожухах настольного исполнения или для компоновки в комплексном корпусе с помощью передней панели полной длины $L=482,6$ мм или поддона. Указанный вид компоновки применяется фирмами Hewlett-Packard [19], Augat Inc. [17].

В табл. 3.22 приведены значения L составного комплектного корпуса. Значения L в метрической системе составляет $1 \cdot L$ — 420; $(3/4)L$ — 315; $L/2$ — 210 и $L/4$ — 105 мм.

Таблица 3.22

Кратность базовому размеру	Размеры L , мм, для различных конструктивных систем					
	System-II	Eurocard 2100		AUGAT		Производные размеры по МС МЭК 297-3, 1982
		Каркас	Кожух	Корпус с фланцем	Проем корпуса	
1	425,5	433,2	427,0	482,60	419,10	426,72
3/4	318,9	326,5	320,3	360,68	297,18	320,04
1/2	212,3	219,8	213,6	269,44	205,74	212,30
1/4	105,7	113,2	107,0	177,80	114,30	106,68

К составным комплектным корпусам относятся корпуса системы ATR (Air Transport Rack — корпуса блоков транспортной авиации), широко применяемые в самолетной РЭА и микро-ЭВМ [31]. Система ATR впервые была предложена в 1930 г. в виде трех типоразмеров корпусов, отличающихся друг от друга только длиной $L/2$; $1 \cdot L$; $1,5 \cdot L$, где $L=10\frac{1}{8}$ " (257,175 мм). Затем были введены и другие значения этого типоразмера. Оказалось целесообразно иметь несколько значений высоты и ширины. В настоящее время основные размеры корпусов системы ATR стабилизировались, ряды округленных размеров длины и ширины расширились с теми же модулями (см. табл. 3.23). Следует отметить, что корпуса системы ATR совместны с корпусами МЭК. Например, корпус типоразмера $L \times H \times B=390,5 \times 194,0 \times 497,5$ мм может быть установлен в комплектный каркас 5U (482,6×221,5×520 мм) или непосредственно в комплектный корпус — шкаф, тумбу с помощью соответствующих направляющих и фланцев. В связи с этим появляется возможность взаимного применения ПП и частичных корпусов (ячеек) одного типоразмера в корпусах обеих систем — ATR и МЭК. В системе ATR используются базовые конструкции: печатная плата типоразмера $H \times B=170 \times 280$ мм и частичный корпус (плата с передней панелью) типоразмера $H \times B \times L=192 \times 320 \times 20$ мм.

Таблица 3.23

Тип	Длина			Высота			Ширина					
	Дюйм	мм	Округленное значение, мм	дюйм	мм	Округленное значение, мм	дюйм	мм	Округленное значение, мм			
1/4	2 ¹ / ₄	57,150	57,0	7 ⁵ / ₈	193,675	88,0*)	194,0	12 ⁹ / ₁₆	319,087	319,0		
3/8	3 ⁹ / ₁₆	90,487	90,5									
1/2	4 ⁷ / ₈	123,824	124,0									
3/4	7 ¹ / ₂	190,500	190,5								251,5*)	
1	10 ¹ / ₈	257,175	257,0									
1,5	—	—	324,0*)								457,0*)	
	15 ³ / ₈	390,525	390,5									524,0*)
	—	—	496,887									
	—	—	657,0*)									657,0*)
—	—	—	—								—	

*) Дополнительные округленные значения не являются предпочтительными.

Размер H для всех модификаций одного типоразмера принимается одинаковым. Этот размер больше, чем L и B , зависит от размеров печатной платы при стандартной ее компоновке (в вертикальном положении, спереди). Однако сравнение величин наибольших размеров H печатных плат и комплектных корпусов показывает, что соответствие их наблюдается только для типоразмеров $2U \dots 6U$, и особенно для $3U$. Ограниченно применяются корпуса типоразмеров больше чем $6U$, хотя наибольшее количество применений ПП составляет размер 305 мм, находящийся ближе к $H=8U$ (322,3 мм). Следует отметить, что в последнее

время наблюдается тенденция в выпуске корпусов высотой больше чем 6U для компоновки ПП, например типоразмера $H \times B = 304,8 \times 171,4$ мм в вертикальном положении. В качестве примера можно назвать комплектный корпус фирмы Intel Corp. Vertical CRT Chassis VC-5770, основные размеры которого составляют $L \times H \times B = 482,6 \times 444,5 \times 292$ мм.

Исходные размеры комплектного корпуса (передней панели) устанавливаются МС МЭК 297-1, 1982. В стандарт включен единственный размер передней панели $L = 19''$ (дюйм) (482,6 мм). Стандартом устанавливается ряд размеров H : 1U ... 12U (см. табл. 3.24 и

Таблица 3.24

Рис. 3.10	Тип панели	$\pm 0,4$			
		A	E	Z	Y
a	1U	5,9	43,6	—	—
	2U	37,7	88,1	—	—
б	1U	5,9	43,6	31,80	—
	2U	5,9	88,1	76,20	—
	3U	37,7	132,5	57,15	—
	4U	37,7	177,0	101,60	—
	5U	37,7	221,5	146,10	—
	6U	37,7	265,9	190,50	—
в	6U	37,7	265,9	57,15	76,20
	7U		310,3	88,90	57,15
	8U		354,8	101,60	76,20
	9U		399,2	101,60	120,60
	10U		443,7	101,60	165,10
	11U		488,1	133,30	146,10
	12U		532,6	133,30	190,60

рис. 3.10). Высота первой исходной панели принята 43,6 мм (получена от разности 44,45—0,85; здесь 0,85 мм — зазор между смежными панелями, обеспечивающий их нормальную установку в стойке). Построение размера H передней панели комплектного корпуса 1U ... 12U и положения присоединительных размеров для каждого H дано на рис. 3.11. Размер B принимается 150 ... 525 мм. Наиболее часто берут $B = 360$ и 525 мм.

Комплектный корпус, рекомендуемый МС МЭК 297-3, 1982, представлен на рис. 3.12. Необходимые размеры даны в табл. 3.25.

На рис. 3.12 приняты следующие обозначения: 1 — осевая линия первой ПП; 2 — начало отсчета шагов ПП в горизонтальном направлении, элементы на плате устанавливаются с правой стороны; 3 — размер A , устанавливающий положение осевой линии первой печатной платы, равен 3,27 мм; 4 — типовая направляющая для ПП, размеры паза направляющей должны соответствовать размерам ПП, в частности толщине $1,6 \pm 0,2$ мм (согласно МС МЭК 249-2;

1970); 5 — горизонтальный шаг установки плат или частичных корпусов в проеме комплектного корпуса; 6 — длина корпуса (при выборе ее числовых значений следует учитывать, что минимальное расстояние между профилями стойки по МС 297-1, 1982 составляет 450 мм); 7 — данный размер разрешается принимать равным $81 \times 5,08 = 411,48$ мм для модификаций кожуха или каркаса с телескопическими направляющими; 8 — типовая передняя панель; 9 — для конкретного типа корпуса размеры фланцев и пазов выбираются из МС МЭК 297-1, 1982; 10 — место первого отверстия для крепления частичного корпуса; 11 — шаг отверстий и соответствующие допуски должны быть согласованы с размерами частичных корпусов для обеспечения взаимозаменяемости; 12 — размер H_g между направляющими соответствует размеру высоты печатной платы H_b (если направляющая обладает пружинящим свойством, то $H_g > H_b$ во избежание защемления частичного корпуса при вставлении); 13 — боковые панели могут быть расширены на 60 мм за заднюю плоскость крепления (задний край нормальной боковой панели может не совпадать с задней плоскостью крепления); 14 — размеры D_c и C зависят от выбранного соединителя (допуск на симметричность устанавливается в зависимости от соединителя и частичного корпуса); 15 — выступ для панелей; 16 — место для планок кодирования ПП,

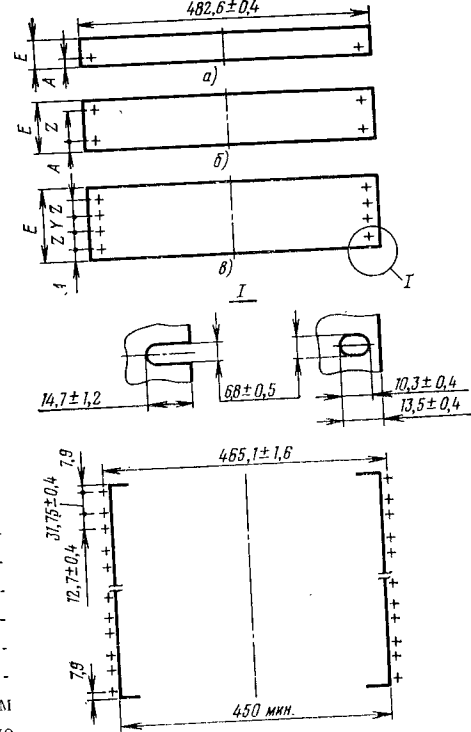


Рис. 3.10

Таблица 3.25

Число модулей	E	H _s мин.	D _s ± 0,5, мм			
			1	2	3	4
1U	43,6	—	112,24	172,24	232,24	292,24
2U	88,1	67,55				
3U	132,5	112,00				
4U	177,0	156,45				
5U	221,5	200,90				
6U	265,9	245,35				
7U	310,3	289,80				
8U	354,8	334,25				
9U	399,2	378,25				
10U	443,7	423,15				
11U	488,1	467,60				
12U	532,6	512,05				

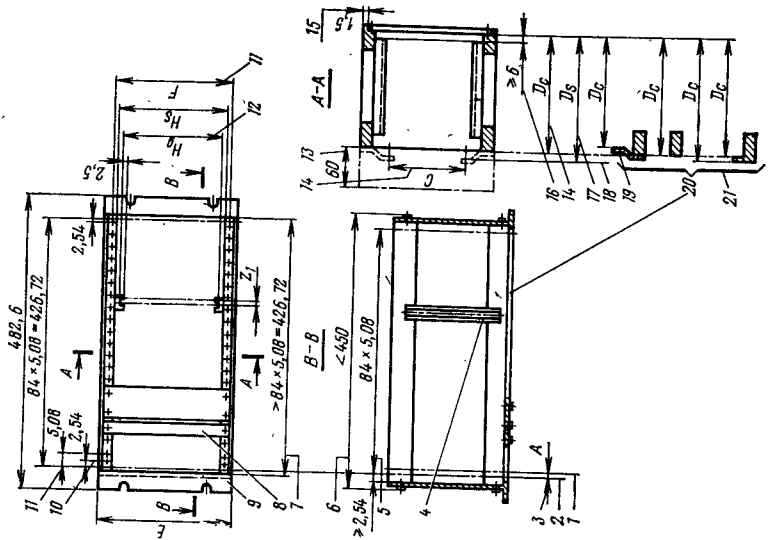


Рис. 3.12

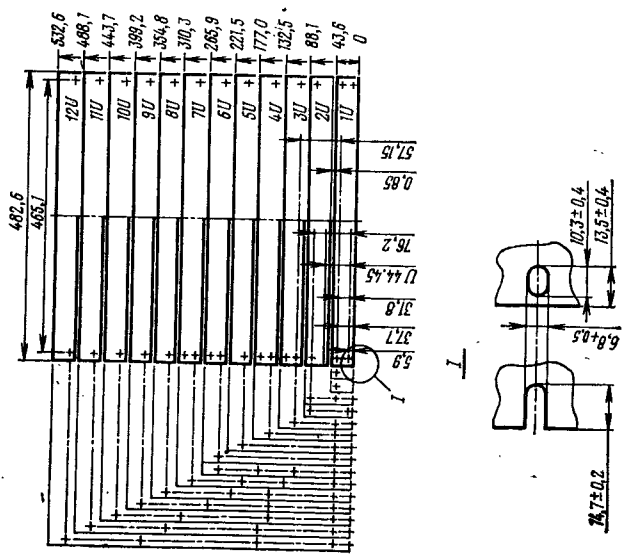


Рис. 3.11

для установки съемников; 17 — ряд из четырех размеров по глубине (ширине) включает предпочтительные величины (при необходимости возможно увеличение глубины (ширины) на модуль 60 мм), D_c является предпочтительным размером для комплектных корпусов используемых без монтажных кронштейнов под соединители непосредственного контактирования; 18 — плоскость крепления соединителей 19 — задняя плоскость крепления; 20 — передняя плоскость крепления; 21 — способы выполнения размера D_c .

Наряду с дюймовыми значениями размеров L и H комплектного корпуса в приборостроении (ГОСТ 20504—75) используются и метрические значения, эквивалентные дюймовым, например $L=480$ мм вместо $L=482,6$ мм; $H=220$ мм вместо $221,5$ мм и т. д. При этом принимается единый модуль рядов чисел для всех трех размеров L , H и B , равный 20 мм, который, в свою очередь, является кратным шагом координатной сетки ПП 2,5 мм (1,25 мм).

Эта система мер проста, однако не совсем совместима с общепринятыми системами мер в области микро-ЭВМ и РЭА.

Размеры комплексных корпусов. Наиболее распространенными модификациями комплексного корпуса являются корпус шкафа и стол. Поэтому представляют интерес основные размеры именно этих базовых конструкций. Длина корпуса шкафа, так же как и других модификаций — кофуха, тумбы, определяется длиной передней панели комплектного корпуса, равной 19" (482,6 мм) [применяются также значения $L=22"$ (558,8 мм) и $25"$ (635 мм)]. Размер L корпуса шкафа обычно равен 508 ... 900 мм. Чаще других используется размер 600 мм. Высота корпуса шкафа находится в зависимости от числа исходных передних панелей комплектного корпуса $H=43,6$ мм, размещаемых в проеме корпуса шкафа с шагом 44,45 мм. Наиболее часто применяются корпуса шкафов, вмещающие 18, 20, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45 панелей. Оптимальное число исходных панелей для тумбы составляет 12. Интересно отметить, что приведенный ряд чисел имеет единственный модуль 3 (кроме двух первых отношений размеров). В ряду чисел, рекомендуемом МС МЭК-2, 1982, шаг панелей переменный: 4; 5; 4; 5 и т. д. (см. третью колонку в табл. 3.26). Высота проема

Таблица 3.26

Шаг шкафов P (длина L)	Высота H		Глубина D (ширина B)
	мм	U	
550 *)	800	13	400
600	1000	18	450 *)
700 *)	1200	22	600
800	1400	27	650 *)
900	1600	31	800
	1800	36	900 *)
	2000	40	
	2200	45	

*) Размеры не являются предпочтительными.

Обозначение конструкционной системы, ЭВМ	Фирма, стандарт	Основные размеры, мм		
		L	H (U)	B
ЭВМ MV/8000 Эклипс	Data General Corp.	870	1520	780
ЭВМ VAX-11/780	DEC	1120 Сдвоенный 800 Одинарный	1524	652
EUPO-RACK	Schroff UK Ltd	600	800 ... 2000	400 600 800
ELRACK OK	OK Machine and Tool Ltd.	600	786 (14) 1364 (27) 1630 (33) 1897 (39) 2164 (45)	500 600 750
ULTIMA SR	Wilsher and Quick Ltd.	600	1376,2 (27) 1642,9 (33) 1909,6 (39) 2176,3 (45)	685
OPTIMA	Mc-Kettrick-Agnew and Co. Ltd.	560,3 639,5	744,7 877,8 1055,6 1233,4 1500,1 1722,6 1944,6 2122,4	584,2 671,5 823,9
IMHOFS INTERNATIONALE	Elementebau — Glückert KG	565; 644	1087 (20) 1354 (26) 1621 (33) 1888 (39) 2154 (44)	452 544 671
AS 20 300/16	Siemens AG, DIN 41488	900 600	2000 2200 1800	600 700
INTERMAS	AEG — Telefunken	600 900 1200	1600 1800 2000 2200	400 600 800
TRANSRACK B55-B70	Transrack CmbH	601	1060,1 (18) 1326,8 (24) 1593,5 (30) 1860,2 (36) 2126,9 (42)	601 751
AL-RACK	Hans Knürr KG Mechanik	518	1085 (20) 2157 (41)	270 770
M 80 тип В	Nokla Electronica	600	1600 (33) 2200 (47) 2600 (56)	260 520

Обозначение конструкционной системы, ЭВМ	Фирма, стандарт	Основные размеры, мм		
		L	H (U)	B
KONTASET	—	560	1449 (28) 2160 (44)	546 660
IDEAL RAC	JTS — японский про- мышленный стандарт	570 600	1000 (19) 1250 (24) 1500 (30) 1750 (35) 2050 (42)	450 630 710

(окна) для компоновки комплектных корпусов находится из выражения $n \times U - 0,85$ мм. Полная высота корпуса шкафа включает в себя опоры. Ширина (глубина) корпуса шкафа устанавливается без учета толщины дверей. Применяются размеры 235 ... 850 мм. Наиболее часто используется ширина $B = 600$ и 800 мм.

Основные размеры корпусов шкафов (стоек), применяемые зарубежными фирмами, приведены в табл. 3.27. Следует отметить, что в некоторых конструкционных системах устанавливаются одинаковые значения L и B для тумб и корпусов шкафов (стоек).

На рис. 3.13 показан корпус шкафа по МС МЭК 297-2, 1982. Выбор типоразмеров корпуса шкафа и тумбы рассмотрен в гл. 4.

Основные размеры стола. Рабочая зона микро-ЭВМ, скомпонованной на базе стола, определяется размерами столешницы L и B и положением столешницы относительно пола, высотой стола H . Размеры L и B столешницы выбираются с учетом следующих требований: 1) оптимального размещения на столешнице необходимых устройств — функциональной и периферийной систем микро-ЭВМ; 2) обеспечения оптимальной рабочей зоны оператора в соответствии с эргономическими требованиями; 3) обеспечения удобной зоны для ног оператора по длине стола; 4) достижения композиционной целостности изделия в целом.

Основные размеры столешницы выбираются из рядов: для L — 600, 800, 1200, 1400 мм; для B — 600, 800, 1000 мм.

Высота H стола находится в зависимости от вида выполняемых работ и от роста оператора. Значения размера принимаются

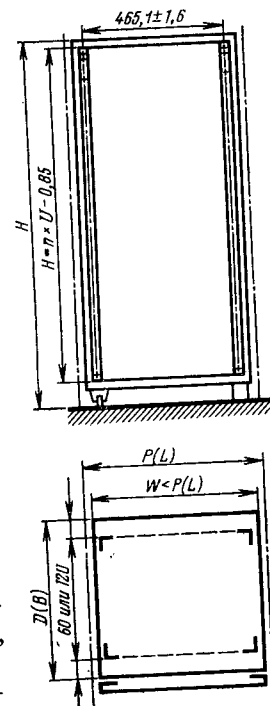


Рис. 3.13

из ГОСТ 13025.6—75 с учетом требования эргономики. Наиболее удобной высотой стола, предназначенного для непосредственной работы оператора, считается 700 мм. В случае применения на столе клавиатурного пульта его высота принимается равной 650 мм. Возможно применение ступенчатой столешницы, имеющей рабочие поверхности на различной высоте: 700 и 650 мм.

Высота нижней плоскости столешницы (или ее рамы) от пола принимается не менее 640 мм. Это определяется требованиями образования удобной зоны для ног оператора и обеспечения возможности расположения тумбы типоразмера 12U под столешницей, причем с условием свободного ее выдвижения.

Выбор размеров стола для компоновки микро-ЭВМ рассмотрен в гл. 4.

В конце этой главы сформулируем ряд важных выводов из изложенного материала.

Типоразмер базовой конструкции обозначается постоянным сочетанием размеров $L \times H \times B$, не зависящим от занимаемого положения базовой конструкции в объекте применения.

Типоразмеры печатной платы зарубежных и отечественных микро-ЭВМ подразделяются на группы, несовместимые между собой. Разработаны международные стандарты, устанавливающие единые типоразмеры печатных плат.

Числовые значения размеров базовых конструкций по МЭК принимаются из рядов чисел смешанной системы мер — метрической и английской (дюймовой). Наблюдается тенденция перехода на метрическую систему мер при установлении шага выводов элементов.

Шаг координатной сетки печатной платы, а также шаг расположения печатных плат и частичных корпусов в комплектном корпусе принимается по английской системе мер — 0,1"; 0,05" (2,54; 1,27 мм) в зарубежных микро-ЭВМ и по метрической системе мер — 2,50 и 1,25 мм в отечественных микро-ЭВМ. Практически возможно применение в одном изделии значений шагов различных систем мер.

Числовые значения основных размеров печатных плат выбираются на основе исходного типоразмера 100×100 мм по смешанной системе мер: размер H — кратным 1,75" (44,45 мм); размер B — кратным 60 мм.

Имеются два направления в выборе типоразмеров печатных плат, включающих размеры H , кратные 2U: 2U, 4U, 8U, 12U и кратные 3U: 3U, 6U, 9U, 12U, и размеры B , кратные 60 мм: 100, 160, 220, 280, 400 мм. Применяются также типоразмеры печатных плат по метрической системе мер, принятые в соответствии с ГОСТ 10317—79 и включающие размеры: $H=135; 140; 170; 360$ мм и $B=150; 200; 240; 280$ мм.

Необходимый ограниченный ряд типоразмеров из перечисленных выше выбирается для конкретных функциональных систем (комплексов) в соответствии с требованиями совместимости и оптимальной компоновки. Возможно также применение в одном

изделии типоразмеров печатных плат различных систем мер, например, с помощью конструктивных адаптеров. С учетом требований международных стандартов на магистраль и на соединители предпочтительными типоразмерами для микро-ЭВМ являются 233,4×160 (220) мм, а также соединители по МС МЭК 603-2, 1981.

Типоразмеры комплектных корпусов принимаются по МС МЭК 297-1, 1983; присоединительные и установочные размеры — по МС МЭК 297-3, 1983. Для компоновки микро-ЭВМ используются практически все типоразмеры комплектных корпусов от 1U до 12U и некоторые типоразмеры частичных корпусов от 3U до 10U.

Применяются составные комплектные корпуса, имеющие различные основные размеры, однако совместимые с комплектными корпусами, выполненными по МС МЭК 297-3, 1982. Конкретные значения размеров L и H принимаются из условий применений — механических факторов эксплуатации, способов установки и крепления.

Типоразмеры комплексных корпусов — корпусов шкафов (стоек) и тумб — выбираются из условия четного заполнения проема передней части по высоте панелями, кратными 1U—0,85=43,6 мм. Предпочтительными типоразмерами тумб является типоразмер, который позволяет разместить 12 панелей 1U. При этом высота тумбы составляет 635 мм. Соответственно предпочтительными типоразмерами корпусов шкафов являются такие, которые вмещают 24U (высота корпуса 1200 мм) и 36U (1800 мм).

Размеры L корпуса шкафа и тумбы целесообразно принимать одинаковыми. При компоновке рабочего места автоматизированной системы управления эти две модификации комплексного корпуса согласовываются с другой модификацией — столом в соответствии с эргономическими требованиями.

4. ВЫБОР ТИПОРАЗМЕРОВ БАЗОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Типоразмеры базовых конструкций каждого уровня конструкционной системы выбираются из стандартных рядов чисел размеров с учетом их модульного развития. Для облегчения выбора типоразмеров БК используется стандартная схема компоновки (см. рис. 3.1), которая при необходимости изменяется исходя из требований компоновки конкретной микро-ЭВМ, однако без нарушения условий совместимости БК различных уровней данной КС в других КС. Изменение стандартной схемы компоновки целесообразно проводить за счет изменения некоторых установочных и присоединительных размеров в рекомендуемом диапазоне, не изменяя основные размеры, что в итоге обеспечивает компоновку БК каждого уровня в любом другом по различным схемам входимости.

Выбор типоразмеров БК для определенного ряда микро-ЭВМ целесообразно проводить по следующей методике.

1. Определение базового конструктивно-функционального модуля (КФМ) из условия размещения, как правило, на одной ПП (или в одном корпусе) элементов, соответствующих определенным функциям, и обеспечения совместимости его во всей установленной области применения.

2. Определение дополнительных типоразмеров ПП (или корпусов) и КФМ в обоих направлениях — увеличения и уменьшения площади (объема).

3. Принятие типов элементов и вида монтажа.

4. Установление основного и дополнительных шагов координатной сетки печатной платы — 2,5; 1,25; 0,625 мм (2,54; 1,27; 0,635 мм).

5. Определение возможной величины плотности монтажа, согласование класса плотности монтажа (проводящего рисунка) и основных размеров ПП между собой в соответствии с ГОСТ 23751—79.

Класс плотности монтажа (проводящего рисунка) печатной платы характеризуется шириной печатного проводника и площадью платы (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Класс плотности	1	2	3
Ширина проводника, мм	0,50	0,25	0,15
Основные размеры платы, мм (макс.)	Не устанавливаются	240×240	170×170
Площадь платы, см ² (макс.)		576	289

6. Установление средней плотности компоновки элементов в приведенных корпусах ИС₁₆, т. е. в корпусах ИС с 16-ю выводами (см²/ИС₁₆). Средняя плотность компоновки элементов зависит от следующих факторов: методов проектирования — автоматизированного или ручного; методов монтажа платы и компоновки элементов на ней; от площади платы. Значение средней плотности компоновки лежит в пределах 5 ... 12 см²/ИС₁₆. Для ячейки серии «Электроника» двустороннего монтажа (ДПП) площадью 807 см² (H×B=366,7×220 мм) при полуавтоматизированной разводке плотность компоновки устанавливается 8 см²/ИС₁₆ (допускается до 6,5 см²/ИС₁₆).

7. Определение типов соединительных элементов, количества и обозначений выводов соединителей платы, соответствующих принятому для рассматриваемой системы микро-ЭВМ, типу интерфейса. В микро-ЭВМ применяются преимущественно два вида

соединителей — непосредственного и косвенного контактирования. Более широкое применение имеют соединители косвенного контактирования. Соединители СНП58-64/94, СНП59-96/94, СНП34-135/132 применяются в качестве магистральных; СНО51-40/82, СНО53-60/95 и другие используются для интерфейсных связей. Для обоих видов связей целесообразно предусматривать применение соединителей типа IDC (Insulation-Displacement Connector — соединитель с прорезанием изоляции). Эти соединители, широко применяемые за рубежом, отличаются от других способом соединения с ленточными кабелями — прорезанием изоляции кабеля хвостовиками выводов и контактированием последних с жилами кабеля. Соединители типа IDC имеют 8 ... 64 выводов. Они предназначаются для установки на поле платы аналогично активным и пассивным элементам.

8. Расчет удельной тепловой нагрузки (Вт/см² для КФМ на печатной плате или Вт/л для КФМ в корпусе), принятие необходимых мер для реализации теплообмена с учетом распределения элементов, выделяющих тепловую энергию, в пространстве КФМ.

Удельная тепловая нагрузка для обычной конструкции ячейки (блока) с перфорированным кожухом при естественной конвекции составляет 0,025 ... 0,05 Вт/см² или 15 ... 30 Вт/дм³.

9. Выбор средств сочленения — расчленения, крепления и обеспечения механической прочности и жесткости изделий БК в соответствии с механическими факторами эксплуатации и хранения при соблюдении оптимальных условий для ремонта и замены.

Максимальная деформация ПП определяется по формуле (ГОСТ 13752—79)

$$a = \frac{C \cdot L^2}{100^2}$$

где C — допустимая величина деформации (изгиб и скручивание) на 100 мм длины для двустороннего стеклотекстолита, равная 0,4 мм; L — размер контролируемой платы в направлении наибольшей деформации, мм, например для печатной платы H×B=366,7×220 мм, L=366,7 мм.

Для данной платы максимальная деформация

$$a = \frac{0,4 \cdot 366,7^2}{100^2} = 5,38 \text{ мм.}$$

Усилие расчленения соединителей определяется исходя из заданного усилия 40 ... 120 г, приходящегося на одну контактную пару. Таким образом, для расчленения одного соединителя, например СНП34-135/132, необходимо приложить наибольшее усилие 0,12×135=16,2 кг.

10. Выбор места расположения КФМ в ФС (оценка условий эксплуатации) и направления (стороны) входа — выхода внешних связей — интерфейса;

11. Оценка рабочих зон функционирования КФМ.

Рассмотрим кратко порядок выбора типоразмеров и варианты компоновки базовых конструкций КС на примере микро-ЭВМ серии «Электроника».

В гл. 3 были установлены предпочтительные типоразмеры ПП, включающие ряды размера H с модулем $2U$: $2U$; $4U$; $8U$; $12U$ и с модулем $3U$: $3U$; $6U$; $9U$; $12U$. Основными среди них являются типоразмеры, составленные из $H=6U$, 233,4 мм и $8U$, 322,3 мм и $B=160$ и 220 мм. Кроме того, в области микро-ЭВМ и РЭА применяются типоразмеры в соответствии с ГОСТ 10317—79 $H \times B = 170 \times 200$ и 280×240 мм.

В зависимости от технических требований к компоновке данной микро-ЭВМ, сферы ее применения и условий совместимости выбирается необходимый модуль и строится ряд типоразмеров. В некоторых случаях следует предусматривать применение адаптеров, как правило, во II и III уровнях КС. Оценка компоновочных показателей плат различных типоразмеров проводится по табл. 4.2 и 4.3, в которых обозначены: В — внешние связи; М — магистраль; S_{Π} — полная площадь платы; ИС₁₆ — количество корпусов ИС, приведенное к 16-выводным корпусам ИС. Количество выводов соединителей В и М указано максимально возможным. В действительности количество используемых выводов меньше. Так, для одноплатной микро-ЭВМ, скомпонованной на основе типоразмера $H \times B = 280 \times 240$ мм, число выводов составляет 134 в отличие от максимально возможного 204.

144,5 × 220 и 8U — 322,3 × 220 мм. Сооружение типоразмеров плат и частичных корпусов проводится в соответствии с рис. 4.2 и табл. 4.4. На рис. 4.2 показаны варианты размещения панелей и магистральных соединителей печатных плат (частичных корпусов) в комплектном корпусе соответствующих типоразмеров. Количество частичных корпусов или панелей различной длины, размещаемых в проеме комплектного корпуса, находится по табл. 4.4.

Пример компоновки ПП на базе исходного типоразмера $H \times B = 170 \times 280$ мм, принятого по ГОСТ 10317—79, показан на рис. 4.3. Взято вертикальное расположение плат с высотами, кратными 75 мм, в комплектном корпусе. Для данного типоразмера неэкономично использовать стандартный комплектный корпус с ближайшим значением $H = 221,5$ мм. Более эффективными могут оказаться рассмотренные на рисунке типоразмеры корпусов, однако несовместимые с общепринятыми размерами.

Конструктивно-функциональные модули в процессе производства проходят ряд этапов (табл. 4.5). Изделия, получаемые на

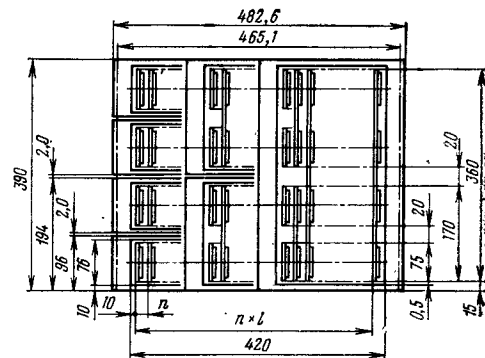


Рис. 4.3

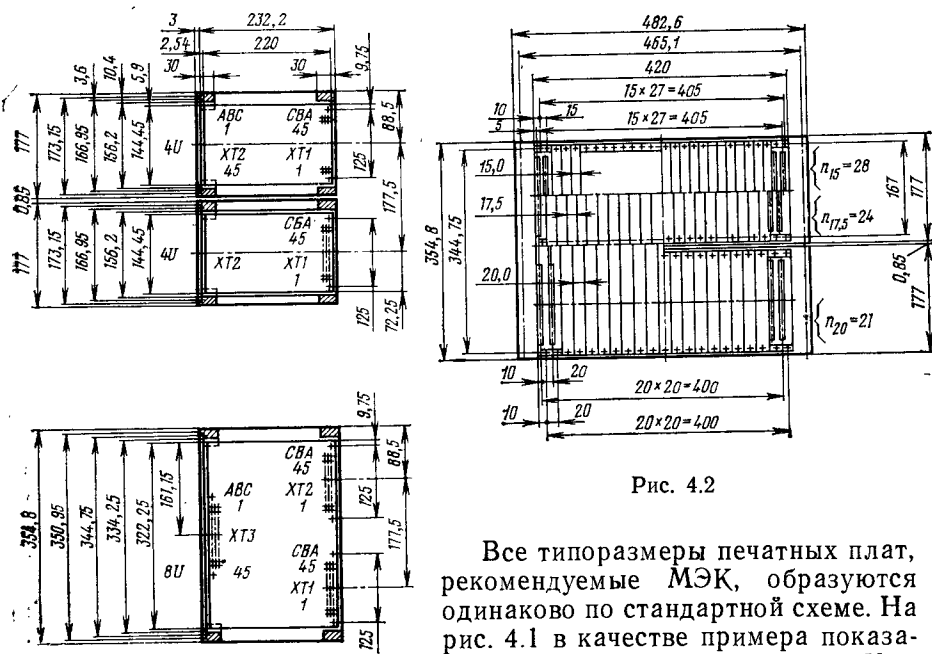


Рис. 4.2

Все типоразмеры печатных плат, рекомендуемые МЭК, образуются одинаково по стандартной схеме. На рис. 4.1 в качестве примера показано построение типоразмеров 4U —

Таблица 4.2

Типоразмер	Общий вид плат (типоразмеры по МЭК)	Основные размеры, мм		Площадь S_{Π} , см ²	Количество					Плотность монтажа N_{Π}			
		H	B		корпусов ИС ₁₆	выводов		соединителей			выводов N_{Π}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
3U		100	100	100	12	192	192	1	1	384	3,8'		
		160	160	160	20	320						512	
		220	220	220	27	432							624
		280	280	280	35	560							
6U		160	160	373	46	736	288	2	1	1024	2,7		
		220	220	513	64	1024						1312	
		280	280	653	81	1296							1584
		400	400	933	116	1856							

Рис. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9U		366,7	160 220 280 400	587 807 1027 1469	73 100 128 183	1168 1600 2048 2928	480	3	2	1648 2080 2528 3408	2,8 2,6 2,5 2,3
4U		144,5	100 160 220 280	145 231 318 405	18 29 40 51	288 464 640 810	270	1	1	558 734 910 1080	3,8 3,2 2,9 2,7
8U		322,3	160 220 280 400	516 709 902 1289	65 89 113 161	1040 1424 1808 2576	405	2	2	1445 1829 2213 2981	2,8 2,6 2,5 2,3

Таблица 4.3

Общий вид плат (типоразмеры по ГОСТ 10317-79)	Основные размеры, мм		Площадь $S_{\text{пр}}$, см ²	Количество						Плотность мон- тажа $N_B/S_{\text{ц}}$
	H	B		корпусов ИС ₁₆	выводов		соединителей		выводов N_B	
					ИС	соеднн- телей	М	В		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	135	240	324	40	640	102	1	1	742	2,3
	280	240	672	71 (96 макс.)	1136 (1536)	204	2	2	1340 (1740)	2,0 (2,6)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	425	240	1020	128	2040	306	3	3	2346	2,3
	75	75 200	56 150	7 19	112 304	80	1	1	192 384	3,4 - 2,6
	170	75 200 280	127 340 476	16 42 60	256 672 960	318	1	1	574 990 1278	4,5 2,9 2,7
	360	200 280	720 1008	90 126	1440 2016	636	2	2	2076 2652	2,9 2,6

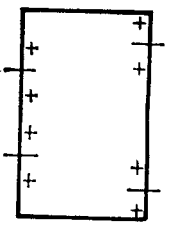
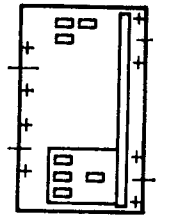
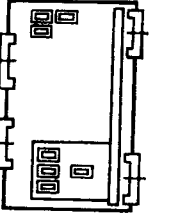
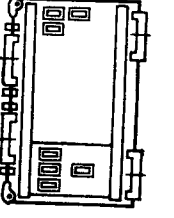
Таблица 4.4

Длина передней панели или шаг мест для час- тичных корпу- сов L, мм	Количество, шт., значений L в проеме комп- лектного корпу- са размером 420 мм	Количество модулей, шт., в размере L при различном шаге					
		2,5 мм	5,0 мм	10,0 мм	15,0 мм	17,5 мм	20,0 мм
1	2	3	4	5	6	7	8
10,0	42	4	22	1	—	—	—
15,0	28	6	3	—	1	—	—
17,5	24	7	—	1	—	1	—
20,0	21	8	4	2	—	—	1
30,0	14	12	6	3	2	—	—
35,0	12	14	7	—	—	2	—
40,0	10*)	16	8	4	—	—	2
52,5	8	21	—	—	—	3	—

1	2	3	4	5	6	7	8
60,0	7	24	12	6	4	—	3
70,0	6	28	14	7	—	4	—
80,0	5*)	32	16	8	—	—	4
105,0	4	42	21	—	7	6	—
140,0	3	56	28	14	—	8	7
210,0	2	84	42	21	14	12	—
315,0	1**)	126	63	—	21	18	—
420,0	1	168	84	42	28	24	21

*) Остаток 20 мм.
**) Остаток 105 мм.

Таблица 4.5

Наименование БК и КФМ. Характеристика обозначения	Общий вид	Характеристика компоновки	Состав технической документации
1. Плата ..7 102 ...		Печатный монтаж	Конструкторская документация (КД)
2. Плата ..4 883 ...		Установка изоляционных прокладок, тепловых экранов, угольников жесткости	То же
3. Ячейка Блок Устройство ..3 ... 001		Установка элементов. Пайка. Лакирование	КД; Сб; ЭЗ; ПЭВ; ВП; ВС; Д; ВД; ТБ; ТО; ТУ
4. Ячейка Блок Устройство ..3 ... 002		Установка дополнительного угольника (рамки), кронштейнов, рычагов	КД; Сб; ЧТО; ЧТУ

каждом этапе, могут поставляться потребителю. Перед компоновкой элементов и разводкой печатного монтажа на плате устанавливаются рабочая и служебные зоны, а также максимально допустимое количество корпусов ИС в соответствии с классом плотности проводящего рисунка ПП. На рис. 4.4 показан чертеж печатной платы типа 8U, где обозначено: I — рабочая зона платы, предназначенная для размещения элементов; II — места для направляющих, эти места не занимают элементами и печатными проводниками и не покрывают лаком; III — места для магистральных соединителей и ребра жесткости; IV — места для соединений внешних связей и для выходных данных КФМ. Местоположения выходных данных платы и ячейки и их содержание приведены на рис. 4.5, на котором обозначено: 1 — соединитель (розетка) СНП34 135/132×9,4P-22; 2 — ребро (уголок) для крепления корпуса вилки СНП34 135/132×12,5B-21; 3 — прокладка; 4 — рычаг для выема ячейки из корпуса; 5 — сменное ребро жесткости (при необходимости выполняющее роль теплоотвода); фланцы ребра служат для крепления ячейки в корпусе; 6 — печатная плата $H \times B = 322,3 \times 220$ мм; 7 — постоянное ребро жесткости; 8 — направляющая корпуса; 9 — соединитель (вилка) СНП34 135/132×12,5B-21; 10 — монтажная панель; 11 — кросс-плата.

Выходные данные КФМ (маркировка, наносимая на плату последовательно на каждом этапе ее производства) и места их расположения стандартизованы и представлены на этом же рис.: п.1 — шифр устройства, отметки ОТК и заказчика; п.2 — номер вывода соединителя 45; п.3 — ХТЗ, третий по порядку соединитель; п.4 — номер вывода соединителя 1; п.5 — ABC, ряды выводов соединителя на плате; п.6 — обозначение ПП, заводской номер, номер последнего извещения на изменение документации; п.7 — ХТ2, второй по порядку соединитель; п.8 — CBA, ряды выводов соединителя на плате; п.9 — ХТ1, первый по порядку соединитель.

Конструктивно-функциональный модуль, скомпонованный на основе печатной платы 9U для микро-ЭВМ ИЦ 80-31, показан на рис. 4.6, на котором обозначены: 1 — печатная плата размером $H \times B = 366,7 \times 220$ мм с деталями, обеспечивающими плоскостность и жесткость платы, а также удобство сочленения ее в корпусе; 2 ... 20 — активные элементы (100 шт.), а именно: 2 — К575 ПА2А (3); 3 — К551 УД1А (8); 4 — транзисторы КТ3 15А (3), КТ50 3Б (2); 5 — стабилитроны КС 456А (1), КС19Ф (2); 6 — К531 АП2П (6); 7 — К559 ИП2П (2); 8 — К555 ЛН1 (3); 9 — К155 ЛАЗ (1); 10 — К155 ЛП5 (1); 11 — К555 ЛН1 (3); 12 — оптопара транзисторная (21); 13 — К555 ЛИ6 (2); 14 — К155 ТМ2 (1); 15 — КМ155 АГ3 (3); 16 — К1801 ВП1-15 (5), К1801 ВП1-16 (6); 17 — К155 ЛН1 (1); 18 — К555 ТЛ1 (5); 19 — оптопара диодная (15); 20 — К555 ТЛ2 (5); 21 — соединитель СНП59 64/94×11В-23-1-В (4); 22 — пассивные элементы (318).

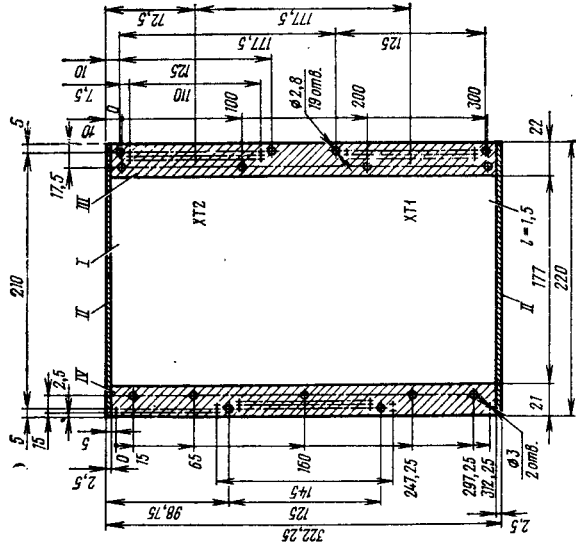


Рис. 4.4

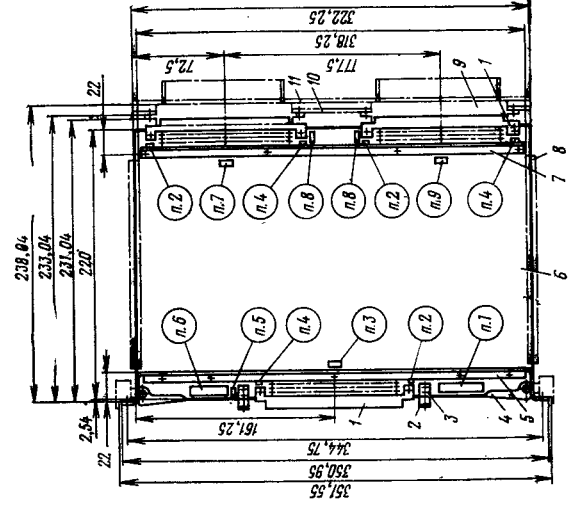


Рис. 4.5

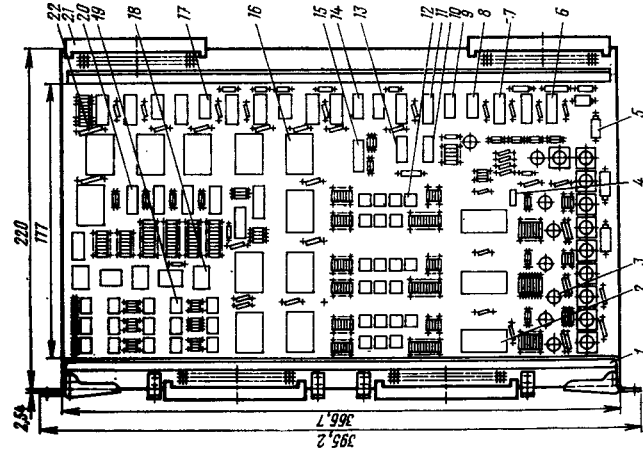


Рис. 4.6

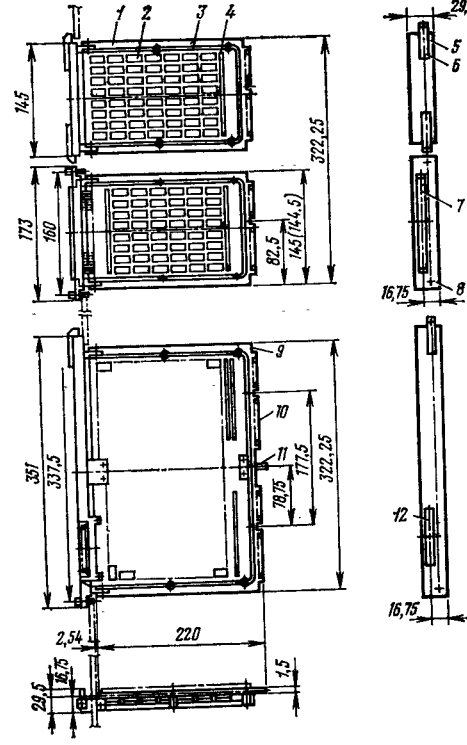


Рис. 4.7

Базовая модель микро-ЭВМ серии «Электроника»	Общий вид (сторона платы с элементами)	Основные размеры, мм		Площадь, см ²	Максимальное количество ИС ^{1/8} , шт.	Плотность компоновки, см ² /ИС ^{1/8}	Соединители				Вид монтажа на плате	Минимальный шаг установки, мм	Средства крепления в базовом корпусе	Потребляемая мощность, Вт	Вид теплообмена. Тип вентилятора
		H	B				тип		количество						
							внутреннего монтажа (магистральный)	внешних связей (периферийный)	соединителей, шт.	контактов, шт.					
НЦ ОЗТ		180	300	540	80	6,7	РПП-72	РПП-72	2	144	ДПП; ИС в корпусах типа 2 и 3 и другие элементы — с одной стороны, лайка выводов с другой	17,5	Винты М4 (2 шт.)	2,5	Естественная конвекция при вертикальном размещении плат
НЦ ОЗУ 64К		180	300				РПП-72	РПП-72	1	72					
НЦ ОЗД		180	300	540	80	6,7	РПП-72	РПП-72	2	144			Винты М2,5 (2 шт.)	2,5	Естественная конвекция при вертикальном и горизонтальном размещении
НЦ 80-01		180	300	540	80	6,7	СНП 58	СНП 58	2	128			Винты М2,5 (2 шт.)	2,5	Естественная конвекция при вертикальном и горизонтальном размещении
ТОНУС НЦ-01		180	300	—	—	—	РПП-72	—	1	72					
НЦ 80-10		366,7	220	806	100	8,0	СНП 59	—	2	192			Винты М2,5 (4 шт.)	10,0	Естественная конвекция при горизонтальном и наклонном размещении
НЦ 31		366,7	220	806	120	6,7	СНП 58	СНП 58	3	256	Рычаги сочленения (2 шт.) и накладные планки (2 шт.)	12,5	Принудительная конвекция при горизонтальном размещении ВВФ 112М (1 шт.)		
НЦ 80-31		366,7	220	806	100	8,0	СНП 59	СНП 59	4	384					
		144,5	220	317	40	8,0	СНП 59	СНП 59	2	192	Винты М4 (2 шт.)	20,0	Тепловой экран и теплоотвод — уголок платы на корпус модели. Принудительная 2-контурная конвекция ВВФ 112М (2 шт.)		

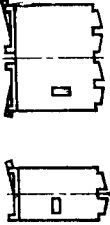
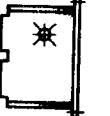
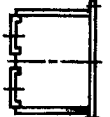
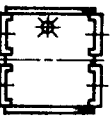
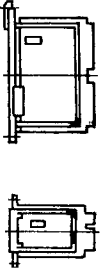
Базовая модель микро-ЭВМ серии «Электроника»	Общий вид (сторона платы с элементами)	Основные размеры, мм		Площадь, см ²	Максимальное количество ИС, шт.	Плотность компоновки, см ² /ИС	Соединители			Вид монтажа на плате	Минимальный шаг установки, мм	Средства крепления в базовом корпусе	Потребляемая мощность, Вт	Вид теплообмена. Тип вентилятора					
		H	B				тип		количество										
							внутреннего монтажа (магистральный)	внешних связей (периферийный)							соединителей, шт.	контактов, шт.			
60 15 ВМ 16 002		135	240	324	29	11,0	РППМ16-288	СНП 53	1	72	ДПП и МПП; ИС в корпусах типа 2, 3 и 4 и другие элементы — с одной стороны	Только 12,5	Рычаг сочленения (1 шт.) Рычаги сочленения (2 шт.)	22,5 макс.	Принудительная конвекция при горизонтальном размещении ВВФ 71 (2 шт.)				
		280	240	672	53	12,6	РППМ16-288		4	264									
C5 C5-01 C5-02		140 260 140 260	160 160 160 160	224 416 224 416	33	12,6	ГРПМ1 ГРПМ1	ГРПМ1 ГРПМ1	2 4	122 244	ДПП; ИС в корпусах типа 2 и 3 и другие элементы — с одной стороны	20,0	Винты М4	—	Естественная конвекция при размещении плат с верхней стороны базового корпуса				
C5-11 C5-12 C5 121-126 C5-21a		280	160	448	—	—	ГРПМ1	—	2	122						ДПП; ИС в корпусах типа 2 и другие элементы устанавливаются в переходные колодки, залаянные на плате (цепи питания и земли) и соединенные между собой способом накрутки	30	Кожух с рычагами сочленения или без них	10,0
C5-21б C5 ППЗУ		280 280	160 160	448 448	—	—	ГРПМ1 ГРПМ1	— —	2 2	122 122	30,0 макс.								
ОРИОН-1 15 ИПП-16-005		322,25	220	708	120	5,9	СНП 15	РГ-35	2 3	192 105 297	ДПП; ИС в корпусах типа 2 и другие элементы устанавливаются в переходные колодки, залаянные на плате (цепи питания и земли) и соединенные между собой способом накрутки	30	Винты М4 (2 шт.)	20	Принудительная конвекция при горизонтальном размещении ВН2 (2 шт.)				
		144,45	220	318	40	8,0	СНП 15	СНП 15	2	192									

Таблица 4.7

Наименование функциональной системы	Основные размеры, мм		Площадь S, см ²	Тип печатной платы	Количество ИС ₁₆ N	Плотность компоновки S/N
	H	B				
ЕС ЭВМ	140	150	210	А Б	24	8,7
	320	150	480		А	72
СМ ЭВМ	135	240	324	ДПП	30	10,8
				МПП	42	7,7
	280	240	672	ДПП	65	10,3
				МПП	96	7,0
	425	240	1020	ДПП	100	10,2
				МПП	144	7,0
	100	160	160	—	—	—
		220	220			
	233,4	160	373	—	—	—
		220	513			
Микро-ЭВМ СМ 1800 СМ 1300	233,4	220	513	ДПП	54	9,5
				МПП	70	7,3
Вектор	140	160	224	ДПП	25	8,9
	180	200	360	ДПП	48	7,5
	200	300	600	ДПП	64	9,3
Агрегатные комплексы: БУК	100	170	170	—	—	—
	150	170	255			
	255	170	382			
БУК-6	100	160	160	—	—	—
	233,4	160	373			
РЭА Стационарные ЭВМ	140	150	210	—	—	—
	330	150	255			
Устройства АСУ	140	150	210	—	—	—
	305	150	457			
Стационарная аппаратура	170	75	127	—	—	—
		200	340			
		240	408			
		280	476			

Пример компоновки КФМ на основе печатных плат 4U и 8U в виде модификации частичного корпуса с передней панелью приведен на рис. 4.7. На рисунке обозначены: 1 — печатная пла-

та размером $H \times B = 144,5 \times 220$ мм; 2 — элементы, корпуса ИС; 3 — рамка; 4 — пассивные элементы; 5 — передняя панель; 6 — рычаг для механического расчленения КФМ из корпуса; 7 — соединитель внешних связей; 8 — винт крепления КФМ в корпусе; 9 — стойка для крепления рамки на плате; 10 — вилка платы с печатными проводниками под соединитель СНП15 96; 11 — ловитель; 12 — соединитель внешних связей.

При выборе типоразмеров плат и частичных корпусов следует обращать внимание на положение первого по порядку магистрального соединителя. Это положение для всех видов КФМ должно быть одинаковым — в нижнем правом углу элементной стороны платы, в соответствии с рекомендациями МС МЭК-3, 1982.

В табл. 4.6 приведены основные типоразмеры печатных плат и компоновочные характеристики соответствующих функциональных серийных изделий (КФМ), микро-ЭВМ. Для сравнения в табл. 4.7 даны типоразмеры печатных плат, применяемых в ЕС и СМ ЭВМ и РЭА.

Интересно отметить образование типоразмеров частичного корпуса без развитой передней панели. Основными размерами таких корпусов (иногда называемых кассетами) считаются размеры L и H непосредственно самого корпуса, обеспечивающие его совместимость в комплектном корпусе по стандартному решению. Пример выбора типоразмера кассеты для трех печатных плат 8U приводится на рис. 4.8. Количество печатных плат в кассете и, следовательно, значение L выбирается из условия полного заполнения комплектного корпуса по высоте и организации эффективного охлаждения плат в кассете (при горизонтальной компоновке). Предпочтительным типоразмером кассеты является такой, который может компоноваться в соответствующем комплектном корпусе как в горизонтальном, так и в вертикальном положении. Этому условию лучше других соответствуют типоразмеры частичных корпусов (кассет), содержащих 4 и 8 печатных плат, и типоразмеры комплектных корпусов 4U и 8U (табл. 4.8). Этот вывод подтверждает также анализ условий охлаждения частичных корпусов, размещенных горизонтально в комплектном корпусе (табл. 4.9).

Выбор типоразмеров комплектных корпусов после изучения материала гл. 3, очевидно, не вызовет затруднений. Следует лишь учитывать, что при любом способе компоновки обязательно соблюдаются стандартные решения, обеспечивающие установку его в проем комплексного корпуса — корпуса шкафа, стойки, тумбы и кожуха.

Повышенные требования предъявляются к микро-ЭВМ, эксплуатируемым в тяжелых условиях, например в металлообрабатывающем оборудовании. Конструкция такой микро-ЭВМ в герметичном корпусе выполняется с различными дополнительными средствами охлаждения и защиты от загрязнения. В микро-ЭВМ типа «Электроника» (рис. 4.9) применяются платы типоразмера

Тип корпуса. Высота корпуса и проема, мм	Количество ячеек, устанавливаемых в частичных корпусах (кассетах): 3-местном или кратных ему (вид сбоку)	Высота кассеты, мм	Высота кассеты, мм	Количество ячеек, устанавливаемых в частичных корпусах (кассетах): 4-местном или кратных ему (вид сбоку)	Высота кассеты, мм	
2U 88,1 67,55		3	56		4	76
3U 132,5 112,00		6	116		4	76
4U 177,0 156,45		6	116		8	156
5U 221,5 200,90		9	176		8	156
6U 265,9 245,35			236		12	236
8U 354,8 334,25		15	296		16	316
9U 399,2 378,70		18	356		16	316

9U, $H \times B = 366,7 \times 220$ мм. Они устанавливаются в корпусе вертикально. Для организации оптимальных условий теплообмена ячеек во внутреннем контуре охлаждения используются вентиляторы типа ВВФ-112М. Воздух, нагретый элементами ячеек, забирается и подается вентилятором на крышку, выполненную с ребрами изнутри и снаружи и плотно соединяемую с корпусом микро-ЭВМ. Охлажденный крышкой воздух поступает вновь в межплатное пространство, охлаждая тем самым элементы. Корпус микро-ЭВМ, снабженный по периметру ребрами, тем не менее вписывается в стандартный типоразмер комплектного корпуса. В одном варианте — это 9U, $H = 399,2$ мм, в другом — 11U, $H = 488,1$ мм.

На рис. 4.9 обозначено: 1 — универсальный корпус; 2 — функциональные ячейки, скомпонованные на ПП типоразмера 9U (4 шт.); 3 — крышка проема для выема ячеек; 4 — коммутаци-

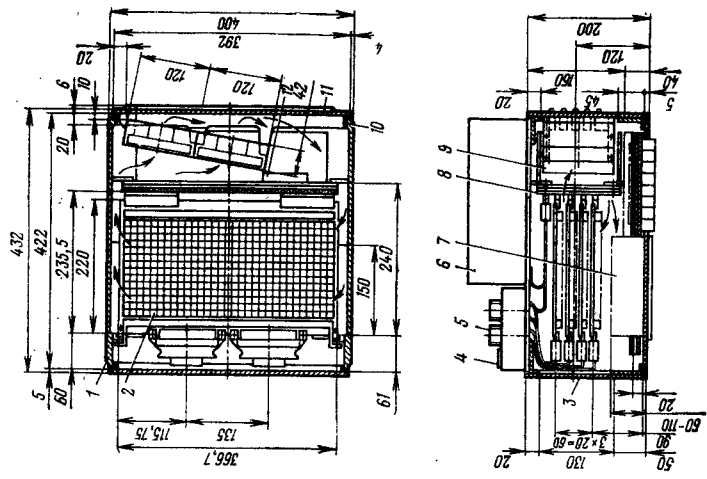


Рис. 4.9

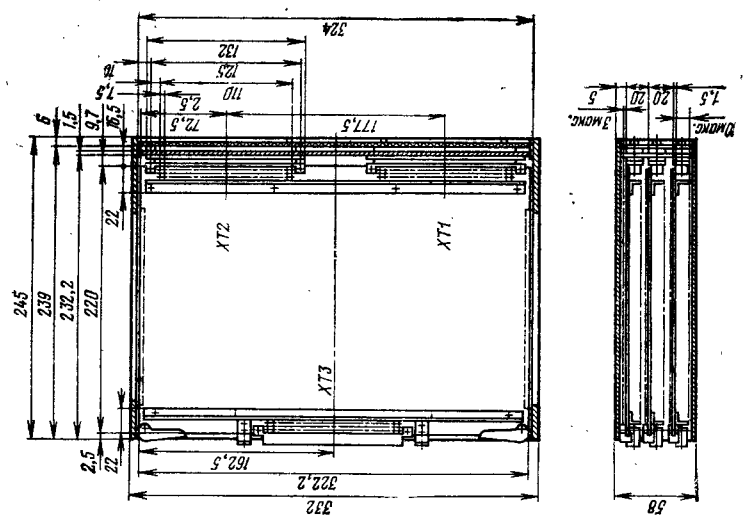
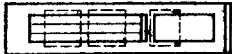
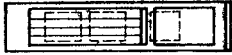

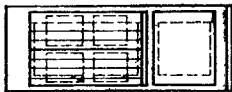
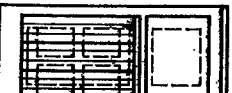




Рис. 4.8

Таблица 4.9

Количество ячеек, шт.	Тип корпуса. Высота H , мм	Вентиляторы			Компоновка моделей микро-ЭВМ (вид сбоку)
		тип	количество, шт., макс.	общая мощность, Вт, макс.	
3	2U 88,1	ВВФ 71	3	54	
4	2U 88,1	ВВФ 71	3	54	
6	3U 132,5	ВВФ 112М	2	40	
8	4U 177,0	ВВФ 71	6	108	
		ВВФ 112М	3	60	
9	5U 221,5	ВВФ 71	6	108	
		ВВФ 112М	3	60	
12	6U 265,9	ВВФ 71	6	108	
		ВВФ 112М	4	80	
16	8U 354,8	ВВФ 71	8	144	
		ВВФ 112М	4	80	

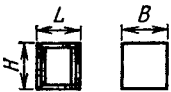

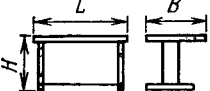

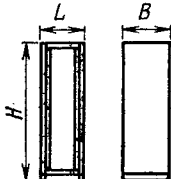

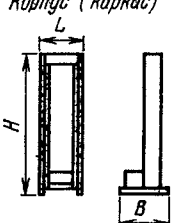
Модификации комплексного корпуса	Основные размеры, мм			Исполнения
	L	H	B	
Тумба 	550	585	600	
Стол 	800 1200 1600	700 800	800	
Корпус шкафа 	550	800 1000 1200 1400 1600 1800	600	
Корпус (каркас) 	550	1600 1800	600	—

Рис. 4.10

уплотнение; 11 — крышка-радиатор с вентилятором; 12 — короб для прохода кабелей.

Комплексный корпус включает, как известно, четыре модификации: корпус шкафа, корпус стойки, стол, тумба (см. табл. 2.5).

Рассмотрим наиболее характерный пример выбора типоразмеров модификаций для компоновки рабочего места на основе функциональной системы — микро-ЭВМ и периферийной системы необходимой структуры. Для удобства компоновки расположим модификации в определенном порядке (рис. 4.10) и выделим тумбу в качестве модуля модификаций IV уровня КС. Действительно, используя тумбу в виде модуля, можно получить необходимые варианты компоновки стола и корпуса шкафа для размещения

онная панель; 5 — коммутационная панель с соединителями 2РМГ30Б32Ш1Е2 (16 шт.); 6 — блок питания; 7 — панель передняя с пультом и дисплеем; 8 — кросс-плата в сборе с кожухом-воздуховодом; 9 — вентилятор типа ВВФ-112М (1 шт.); 10 —

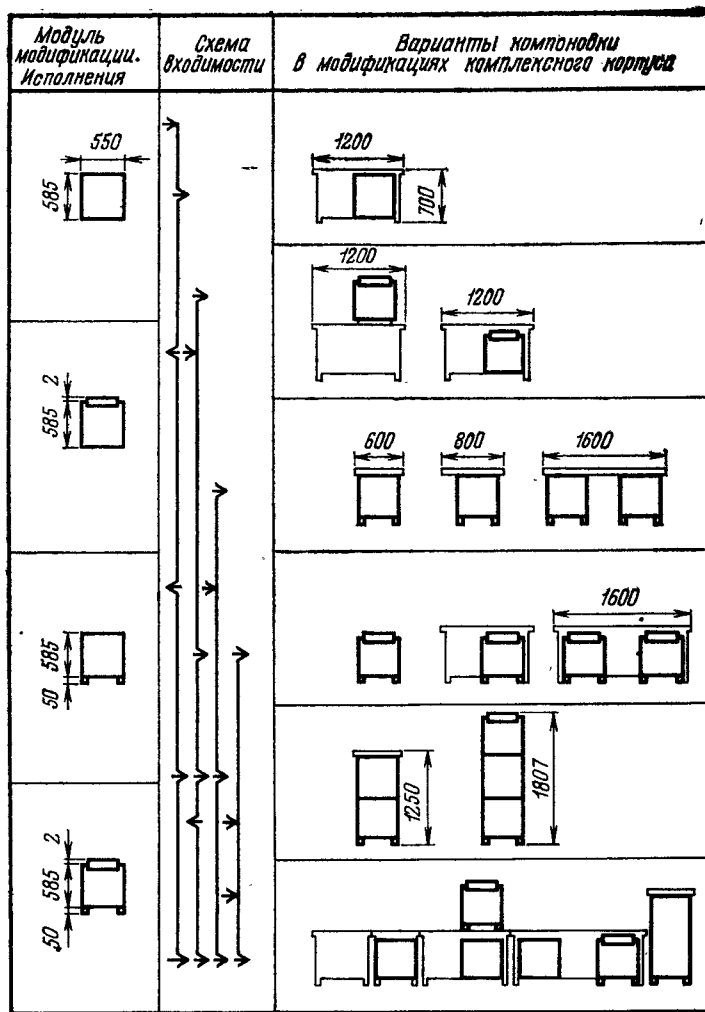


Рис. 4.11

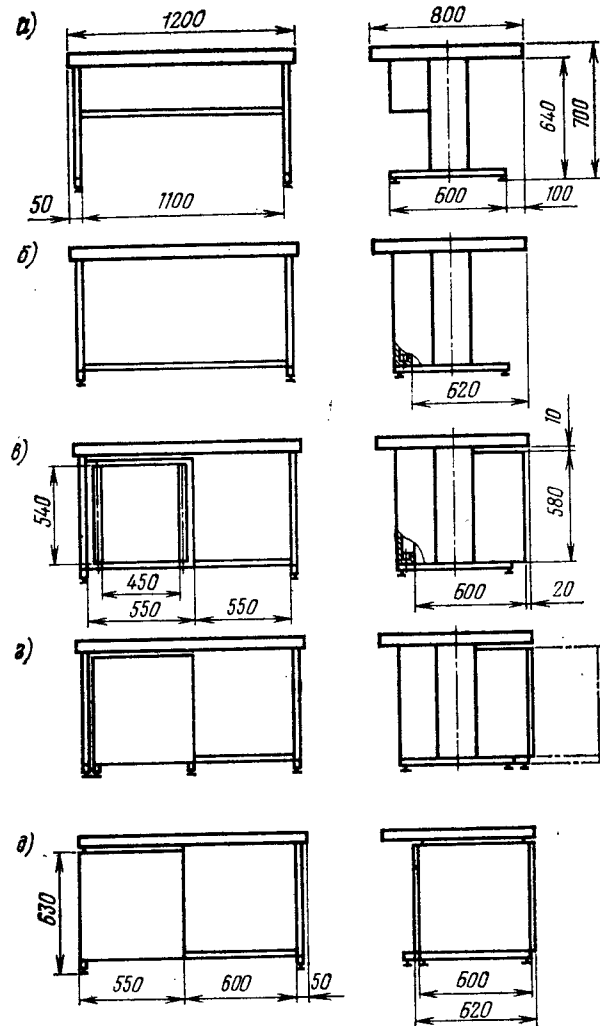


Рис. 4.12

микро-ЭВМ и периферийных устройств (рис. 4.11, 4.12). На рис. 4.12 приведены компоновки стола: *a* — с укороченной задней панелью; *б* — с полной задней панелью; *в* — с подвесной тумбой; *г* — на основе тумбы, используемой в качестве одной из опор.

Типоразмеры тумбы и корпуса шкафа выбираются с помощью табл. 4.10, где *1) — размеры 640 и 700 мм относятся к модификации тумбы, причем, второй размер относится к тумбе со столешницей; *2) — значения чисел, указанные под чертой, обозначают количество панелей (комплектных корпусов) высотой $1U = 43,6$ мм, дополняющих заданную компоновку; *3) — для $H = 1000$ и 1800 мм предпочтительнее брать количество панелей $1U$,

рекомендуемое МЭК, т. е. 18 и 36, в этом случае применяемость панелей в проеме без остатка будет выше.

При выборе размеров тумбы, прежде всего, устанавливаются высота проема, обеспечивающая размещение 12 панелей $1U$, и длина проема ($L = 450$ мм). Размеры тумбы приведены на рис. 4.13. Размеры корпуса шкафа, стойки в зависимости от количества панелей $1U$ даны на рис. 4.14. Как видно из этих рисунков, тумба и корпус шкафа имеют одинаковую длину ($L = 550$ мм). Этот размер взят из стандартного ряда с учетом обеспечения необходимой прочности конструкций и соблюдения стандартного шага

Таблица 4.10

Высота H , мм				Максимальное количество панелей или комплектов корпусов, шт., устанавливаемых в корпусе шкафа при размере H									
корпуса шкафа	панели	проема корпуса шкафа	верхнего зазора	1 U по МЭК									
				1 U 43,6	2 U 88,1	3 U 132,5	4 U 177,0	5 U 221,5	6 U 265,9	7 U 310,3	8 U 354,8	9 U 399,2	
640	532,6	540	5,4	—	12	6	4	3	2	2	1	1	1
700*	532,6	540	5,4	—	12	6	4	3	2	2	1	1	1
760	621,4	628	6,6	—	14	7	4	3	2	2	2	1	1
800	665,9	668	2,9	13	15	7	5	3	3	2	2	1	1
1000**	843,7	868	24,3	18	18	9	6	4	3	3	2	2	2
1200	1065,0	1068	2,1	22	24	12	8	6	4	4	3	3	2
1400	1243,8	1268	24,3	27	28	14	9	7	5	4	4	3	3
1600	1466,0	1468	2,0	31	33	16	11	8	6	5	5	4	3
1800	1643,9	1668	24,2	36	37	18	12	9	7	6	5	4	4

Примечание. Пояснение к таблице см. в тексте.

600 мм при их установке в линию. Кроме того, такое значение длины позволяет установить две тумбы в пространстве между опорами стола при $L=1100$ мм (длина столешницы 1200 мм) или использовать одну тумбу со столешницей ($L=600$ мм) для установки ее рядом со столом.

Основные и присоединительные размеры передвижной тумбы представлены на рис. 4.15. Следует отметить, что тумба имеет всего два колеса упрощенной конструкции и две регулируемые опоры, препятствующие самопроизвольному перемещению тумбы. Впрочем колеса и опоры взаимозаменяемы, что позволяет достаточно просто установить все четыре колеса. Также просто снять две балки с опорами (колесами), после чего тумба может быть установлена под столешницей или на столешнице (см. рис. 4.11 и 4.12).

Размеры стола, как уже указывалось, выбираются в соответствии с размерами модуля — тумбы. Размеры столешниц стола

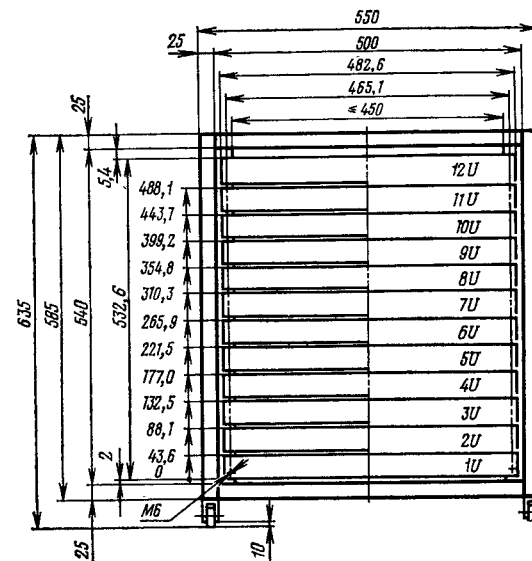


Рис. 4.13

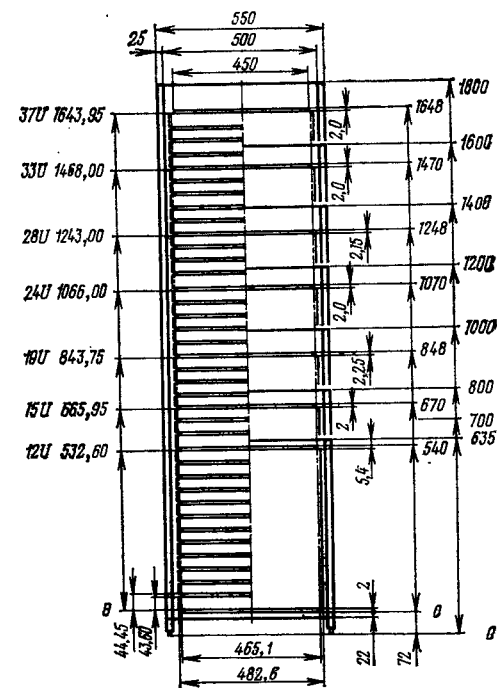


Рис. 4.14

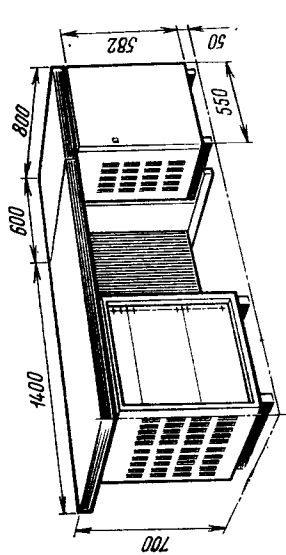


Рис. 4.16

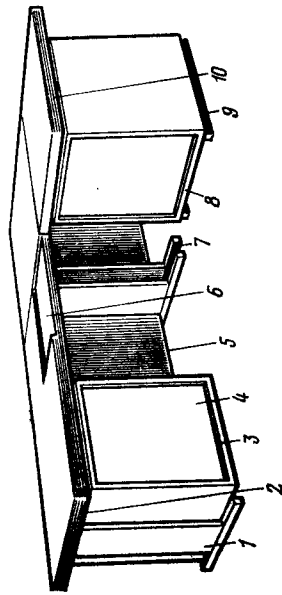


Рис. 4.17

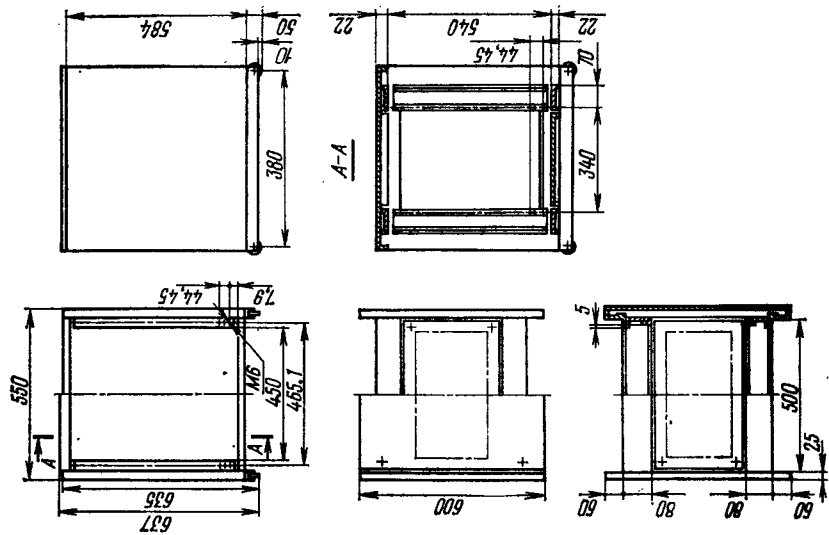


Рис. 4.15

и тумбы принимаются из рядов чисел: $L=600; 800; 1200$ мм; $B=600; 800; 1000$ мм. Высота стола, тумбы $H=700$ мм.

Выбранные типоразмеры тумбы, стола, их столешниц позволяют создавать различные варианты компоновок рабочих мест, легко изменяемых потребителем в зависимости от условий работы (рис. 4.16, 4.17).

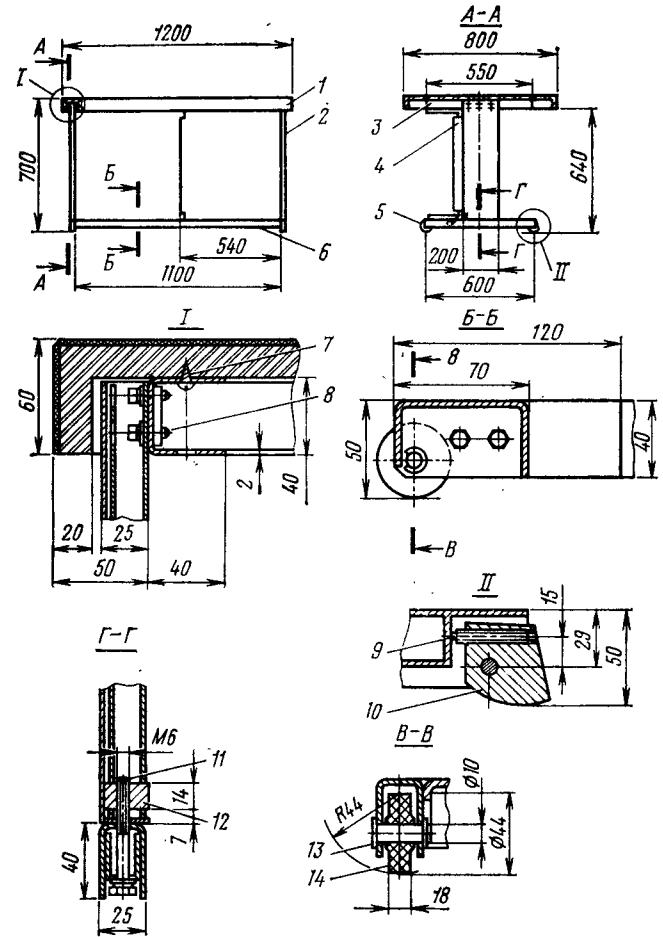


Рис. 4.18

Вариант компоновки рабочего места, состоящего из двух столов ($L=1400; 800$ мм) и тумбы со столешницей, представлен на рис. 4.17: 1 — опора; 2 — столешница; 3 — тумба, закрепленная на раме стола; 4 — панель; 5 — задняя панель; 6 — место столешницы для установки пишущей машинки; 7 — балка опоры стола; 8 — тумба; 9 — балка тумбы, аналогичная балке опоры стола; 10 — столешница тумбы.

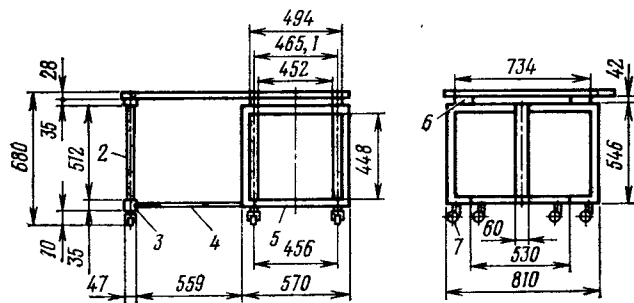


Рис.4.19

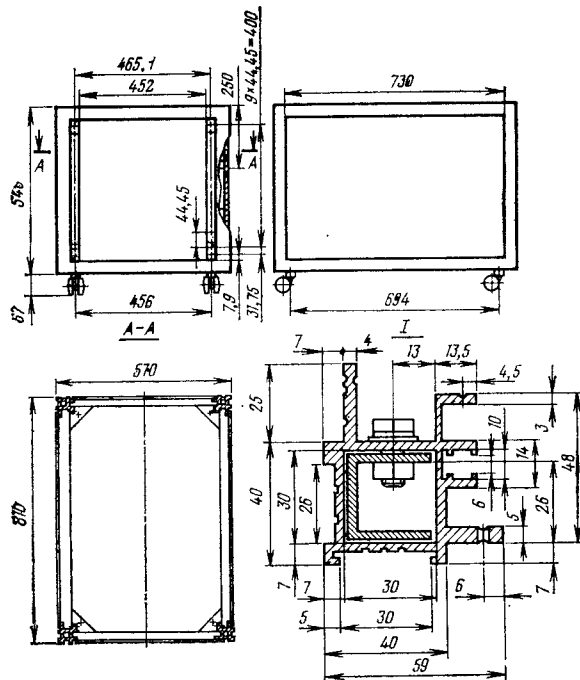


Рис. 4.20

Конструктивно-технологические решения базовых конструкций микро-ЭВМ не рассматриваются в книге. При разработке конструкторской документации и организации производства и поставок потребителям выбор необходимых конструкторско-технологических решений следует производить на основе функционально-стоимостного анализа (ФСА). В качестве исходных данных для ФСА на рис. 4.18—4.20 представлены столы и тумбы, имеющие различные конструктивно-технологические решения.

Вариант конструкции стола показан на рис. 4.18: 1—столешница; 2—опора; 3—рама; 4—задняя панель; 5—балка опоры; 6—продольная балка; 7—винт, крепящий столешницу; 8—крепленые опоры к раме; 9—винт регулировочный; 10—опора-сектор, регулирующая высоту стола; 11—болт, крепящий балку к опоре; 12—сухарь; 13—ось колеса; 14—колесо (6 шт.) из полиамида.

На рис. 4.19 показана конструкция стола типа IDEAL-II фирмы Settsu Metal Industrial Co., Ltd.: 1—столешница; 2—опора (профиль); 3—балка (профиль); 4—продольная балка (профиль); 5—тумба, смонтированная из профилей на двух стальных рамах; 6—рама; 7—колесо (6 шт.).

Рисунок 4.20 иллюстрирует конструкцию тумбы типа IDEAL-II.

5. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ДИЗАЙНА И ЭРГОНОМИКИ

Микро-ЭВМ — представители нового класса вычислительной техники, вобравшие в себя достижения предшествовавших поколений ЭВМ. Процесс развития обусловил их более широкие сферы применения. Причем оказалось, что увеличение сфер применения и появление различных видов микро-ЭВМ оригинальных и целесообразных форм и конструкций взаимообусловлены. Разнообразие функциональных требований и социологические аспекты потребовали дополнений к традиционному проектированию, обусловленному правилами ЕСКД, и непосредственного учета в разработках микро-ЭВМ разносторонних запросов потребителей, исследуемых технической эстетикой (или дизайном) и эргономикой.

За время своего существования дизайн видоизменялся, принимал различные направления и в последнее время определился как деятельность проектного типа [35]. Дизайн осуществляет свою задачу проектирования формы изделия в пределах производственного процесса с целью конкретизации технической индивидуальности. Проектировать форму — значит координировать, дифференцировать и объединять все факторы, которые так или иначе влияют на форму изделия: индивидуальные, социальные (функциональные, знаковые или общекультурные), производственные, технико-экономические, конструктивные, системные [36]. Анализ этих факторов формы в процессе проектирования показывает их сходство с признаками системы, рассмотренными ранее при обосновании КС. Таким образом, дизайн микро-ЭВМ — это проектирование

микро-ЭВМ в виде системы с учетом дифференциальных требований применения. Дизайн позволяет сформулировать оптимальную совокупность факторов (параметров), отвечающую заданным (искомым) применениям. Искусство дизайнера здесь состоит в том, чтобы найти «золотую середину» между необходимой для существования системы степенью заданности ее связей и той ее ненормированностью (свободой), которая позволит системе модифицироваться и развиваться с течением времени [32].

При разработке таких крупных системных объектов, как микро-ЭВМ, составляется дизайн-программа, обуславливающая способ организации и управления проектированием. Основное ее назначение — сформулировать цели, задачи и стратегию как проектирования изделия, так и деятельности по внедрению проекта в промышленность, а также условий его применения. Таким образом, в дизайн-программе выражается определенная проектная концепция системы, структура которой совпадает с общими системными признаками.

Естественно-научной основой дизайна является эргономика. Эргономика изучает человека (или группу людей) и его (их) деятельность в условиях современного производства с целью оптимизации орудий, условий и процесса труда. Основной объект исследования эргономики — система человек — машина. Эргономика вооружает конструктора и дизайнера знанием законов формирования и протекания человеческой деятельности. Содружество дизайна и эргономики способствует созданию таких микро-ЭВМ и условий их эксплуатации, которые позволяют эффективно решать основные задачи применения микро-ЭВМ: развитие личности человека, сохранение его здоровья и достижение высокой производительности труда [33, 37].

Приведенные в предыдущих главах требования к техническим средствам определяют их эргономические свойства, т. е. степень управляемости, обслуживаемости, осваиваемости и обитаемости, устанавливаемые на этапе создания технического задания и дизайн-программы. Каждое из этих свойств определяется соответствующими параметрами, численное значение которых приводится в стандартах и других руководящих документах. Они используются конструкторами и дизайнерами в конкретных разработках категорий дизайна определенной системы микро-ЭВМ.

Следует указать, что при выборе параметров необходимо учитывать изменение контингента потребителей. Микро-ЭВМ используют мужчины, дети, женщины (индивидуальные микро-ЭВМ), непосредственно рабочие (микро-ЭВМ с числовым программным управлением), учащиеся, студенты, т. е. не только инженеры-операторы. Практически такое расширение пользователей микро-ЭВМ сказывается на выборе, например, допустимых усилий переключателей, компоновки панели управления и на наборе необходимых символов. Тем не менее параметры рабочего места — стола, пульта, содержащие систему микро-ЭВМ, или обыкновенного стола с расположенной на нем микро-ЭВМ остаются традицион-

ными. Пример типового рабочего места приведен на рис. 5.1 (В — зона видимости; Д — достигаемости).

Для облегчения поиска оптимального решения формы, компоновки и конструкции изделия все показатели сведены в табл. 5.1.

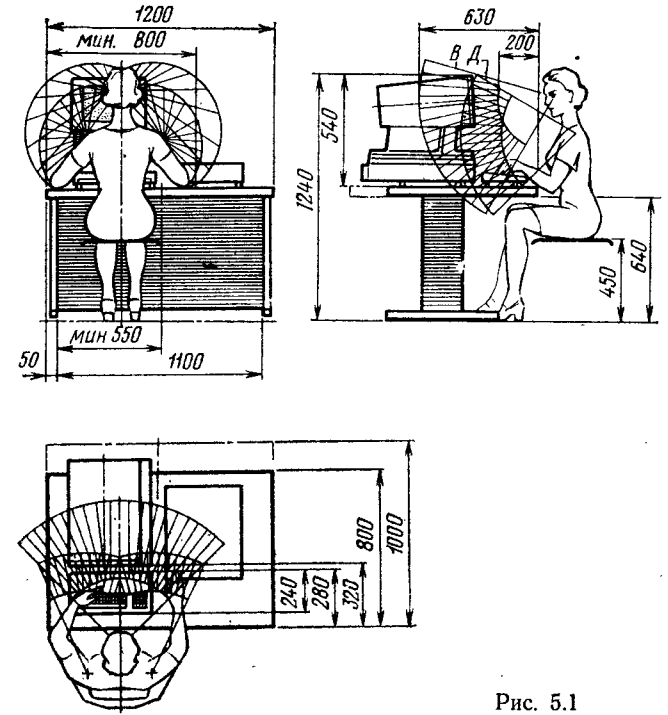


Рис. 5.1

Как известно, форма базовых конструкций в основном задана в виде типоразмеров и конструктивных схем, обусловленных условиями взаимоприменяемости. Индивидуальность формы одной или ряда микро-ЭВМ — системы микро-ЭВМ определяется дизайнером за счет компоновки передней части корпуса (передней панели, клавиатуры). Кроме того, индивидуальность базовых конструкций одинаковых типоразмеров выявляется принятием своих конструктивно-технологических решений из разнообразного перечня — это материалы, обработка (в том числе покрытие), сборка и т. д. Широкий простор для формообразования в КС представляет модификация III и IV уровней — корпуса, столы, тумбы.

К категориям дизайна (проектирования формы) относятся функции, морфология и технологичность формы изделия [33]. Функции изделия подразделяются на инструментальные, отражающие преобразование внешней среды, адаптивные — поддержание среды в состоянии, обеспечивающем нормальное протекание процессов деятельности, результативные — достижение целей, и интегративные, отражающие функциональную целостность

Показатели		Средства для реализации показателей	Область распространения
Наименование	Характеристика		
1	2	3	4
Социальные	Условия общественного труда при производстве и потреблении. Коинтегит и квалификация потребителей	Общие требования к структуре конструктивной системы и дизайну микро-ЭВМ	Система микро-ЭВМ. Отрасль
Эргономические, в том числе:	Эффективная деятельность человека и оптимальное функционирование системы человек — машина. Охрана здоровья и развитие личности	Критерии оценок для физической среды, рабочего места, функции микро-ЭВМ	Система микро-ЭВМ. Система человек — машина
гигиенические	Жизнедеятельность и работоспособность человека при его взаимодействии с изделием	Нормы воздействия на человека окружающей его среды. Состояние рабочих поверхностей	Техническая среда
антропометрические	Соответствие изделия антропометрическим свойствам человека	Основные и присоединительные размеры изделия. Размеры рабочих зон оператора	Изделие. Рабочее место
физиологические	Соответствие изделия физиологическим свойствам человека (биомеханическим, силовым, скоростным)	Оптимальные и предельные нормы рациональных физических движений и усилий человека	Оперативные элементы управления
психофизиологические	Соответствие изделия особенностям функционирования органов чувств человека (пороги слуха, зрения, осязания)	Оптимальные и предельные нормы зрительной, слуховой и тактильной информации, воспринимаемой человеком. Конструктивные и электрические решения	Панели и оперативные элементы индикации
психологические	Соответствие изделия психологическим особенностям человека (особенностям восприятия, памяти человека, образования, закрепления навыков)	Рекомендации на основе профессиональных навыков. Графические символы. Типовая компоновка передних панелей, элементов	Система микро-ЭВМ. Система человек — машина
Эстетические, в том числе:	Социально-культурные, технические и эстетические проблемы формообразования изделий и гармоничной предметной среды	Общие категории дизайна и гармонизации	Система микро-ЭВМ. Технический интерьер
морфология изделия	Материальная форма изделия, организованная в соответствии с ее функциями посредством пространственной и функционально-технической структур	Композиционная целостность — контраст и нюанс, симметрия и асимметрия, архитектурность и т. п. Модульность. Индустриальность	Базовые конструкции. Изделие. Система микро-ЭВМ
технологичность формы изделия	Средство получения морфологии изделия и его гармонизации на основе технологического направления данного производства	Материал — структура и сортамент. Обработка — чистота и точность поверхностей. Сборка изделия — способы сборки и отделки. Покрытия	Базовые конструкции. Изделие
гармонизация	Соразмерность структуры изделия в плане визуальной, антропометрической и материальной сторон	Композиционная целостность — пропорции, метр, ритм, масштаб и т. п.	Изделие. Система микро-ЭВМ

самого изделия и требования его применения. Под морфологией изделия в дизайне понимается материальная форма изделия, организованная в соответствии с ее функциями. Морфология изделия обладает структурой двух типов — пространственной и функционально-технической. Пространственная структура характеризуется фигурой, величиной, положением и порядком (элементов, частей, составляющих фигуру или фигуры) и выражается понятиями «компактность», «высота», «профиль», «композиция» и т. п.

Пространственная структура некоторым образом определяется предварительно заданным или выбранным типоразмером базовой конструкции. Окончательно структура устанавливается с помощью средств гармонизации, рассмотренных ниже. Функционально-техническая структура изделия, характеризуемая технической функцией, материалом и структурой (архитектоникой), выражается понятиями «устойчивость», «жесткость», «прочность», «сборность» и т. п. Эта структура принимается различной для каждого типоразмера или ряда типоразмеров базовых конструкций, прежде всего, в зависимости от условий применения — категорий жесткости факторов эксплуатации: механических, климатических и радиационных воздействий. Выбирается соответствующий материал, способы сборки и защиты.

Наиболее наглядно пространственная структура проявляется в модификациях IV уровня КС — столов. Можно выделить несколько основных видов пространственной структуры стола, используемых для компоновок системы микро-ЭВМ или терминальных устройств, входящих в состав системы микро-ЭВМ.

На ранних стадиях развития мини- и микро-ЭВМ столы являлись лишь частью устройств. Они выполнялись также в виде отдельных столешниц, выступающих из корпуса или соединяющих отдельно стоящие корпуса с размещением на них периферийных устройств — дисплея, клавиатуры.

На следующем этапе изделиям придается более компактный и автономный характер. Причем дисплей и клавиатура компонуются в столешнице, а сами столы еще мало отличаются от пультов, рассчитанных на определенные операции обслуживания.

В настоящее время получили распространение столы с предельно простой пространственной структурой, обуславливающей универсальное использование их в различных свободных компоновках систем микро-ЭВМ. Зарубежные фирмы освоили выпуск специальной, так называемой терминальной мебели, в том числе и столов, способствующей созданию оптимальных условий труда и комфорта в помещениях, оснащенных микро-ЭВМ (рис. 5.2) [39].

Пространственная и функционально-техническая структура современных столов, используемых в компоновке систем микро-ЭВМ, имеет различные решения, выражая главным образом определенный фирменный стиль, а также требования технологии производства и эксплуатации. Практически это осуществляется решением столешницы, опор стола и тумбы. Столешницы выполня-

ются совмещенными с рамой, служащей для размещения устройств. В качестве опор стола применяются одна-две тумбы или две опоры, расположенные вдоль стола, или четыре опоры, размещенные в углах столешницы. Тумба стола размещается снаружи опор, чаще с одной стороны, или между опорами. Распро-

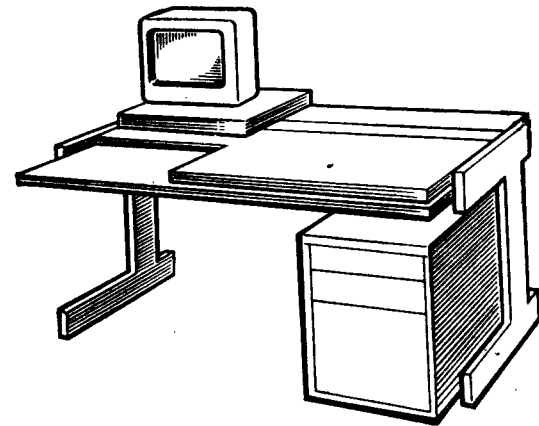


Рис. 5.2

странен второй вариант размещения, допускающий более гибкое решение пространственной структуры стола. Он удобен также для компоновки функциональных устройств и достижения жесткости конструкции. В качестве удачного решения морфологии стола можно привести устройство CRT-1000 фирмы Labtest Equipment (рис. 5.3).

Последней категорией дизайна является технологичность формы изделия, выполняющая связующую роль между морфологией

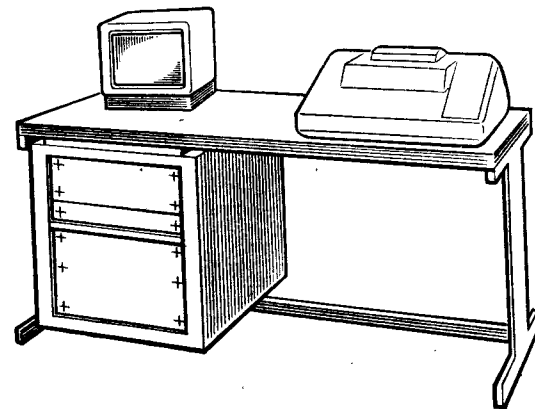


Рис. 5.3

и промышленным изготовлением. В дизайне существуют три типичных направления реализации этой категории. Они отражают индивидуальные авторские концепции, почерк авторов, являются решениями, определяющими существо фирменного стиля изделия, системы микро-ЭВМ.

На первом направлении технологичность формы трактуется как один из источников замысла изделия. Доминантой образа изделия является материал и технология. В этом случае идея направления состоит в том, что дизайнерский процесс мышления совпадает с логикой естественного формообразования материала. Примером такого направления служит так называемый монтажный стиль, впервые примененный фирмой Olivetti и используемый многими другими фирмами, например Philips (рис. 5.4) [48].

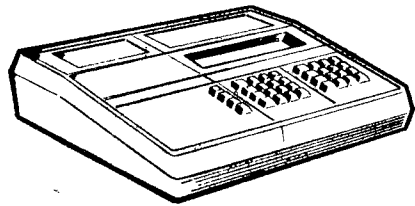


Рис. 5.4

Это направление технологичности формы применяется в вариантных изделиях, в которых процесс эксплуатации предусматривает так называемое наращивание.

На втором направлении в качестве исходной точки служит некая условная воображаемая технология и такого же происхождения материал, но воплощаемые автором как нечто реальное. Формообразование проводится аналогично первому направлению.

Третье направление противоположно первым двум. Здесь все технологические средства направлены на то, чтобы максимально снизить уровень технологической информативности изделия. Это делается тогда, когда тема образа изделия должна иметь более существенное функциональное значение, например чистоту, защищенность, лаконичность и т. п. В этом случае выбираются такие материалы и способы обработки, которые скрывают истинную технологию — промежуточные стыки деталей, места сварки, сортамент материала (следы проката) и т. д.

Примером такого направления могут служить корпуса кожухов настольных микро-ЭВМ, выполненные из пенопласта и металла, покрытие полиамидными красками.

Таким образом, проблемы выбора морфологии и технологичности формы изделий представляют собой творческий процесс дизайнера, направленный на достижение оптимального решения формы и компоновки микро-ЭВМ в целом.

Повторяющиеся в ряде систем микро-ЭВМ совокупности решений морфологии и технологичности формы и функциональных элементов, скомпонованных на основе базовых конструкций КС, создают фирменный стиль. Последний характеризуется тремя признаками: 1) визуальной восприимчивостью; 2) единством внешних характеристик изделия; 3) отображением специфики фирмы, ее организации, квалификацией (почерком) ведущих дизайнеров [40].

Фирменный стиль находится под влиянием двух сторон: внешней — моды, выражающей «свойство вещей приедаться людям» [38], соперничества фирм, обусловленного престижностью, а также требованиями патентной чистоты каждого нового изделия, и внутренней — моральным и техническим устареванием изделия.

За рубежом широко известны фирмы, выпускающие микро-ЭВМ и разрабатывающие фирменные стили, специально выраженные цветом, графикой, упаковкой, рекламой. В основе фирменных стилей, например Olivetti, Braun и других, лежат различные принципы и идеи с расчетом на определенные слои потребителей [41]. В последнее время наблюдается появление так называемых внутренних стилей в пределах стабильного основного фирменного стиля. Эти внутренние стили выражаются своими торговыми марками. Например, предприятия фирмы Intel Corp. выпускают микро-ЭВМ под следующими торговыми марками: Intel, Insite, Intellec, iSBC, Library Manager, Multibus, OEM Microsystem и др.

В заключение кратко рассмотрим еще одну сторону дизайна микро-ЭВМ: гармонизацию формы.

Гармонизация (по-гречески harmonia — связь) — это стройность, соразмерность частей, слияние различных компонентов объекта в единое органичное целое. Сферой гармонизации являются различные стороны структуры изделия — визуальная, антропометрическая и материальная (фактурная). Категории гармонизации — композиции, архитектурника, масштабность и средства их реализации — представлены в табл. 5.1 [49]. Перечисленные средства гармонизации в разной степени используются в творческом процессе дизайнера и зависят от назначения изделия, сферы применения, размеров изделия и т. д. Но всегда применяется один из приемов композиции — пропорционирование — главный, с точки зрения возможностей, в организации формы. Пропорционирование применяется на разных этапах дизайна — для оперативной оценки решений пространственной структуры, компоновки функциональных элементов на передней панели, окончательной отработки формы изделия, а также для компоновки изделий, например передних панелей в проеме шкафа.

Рассмотрим кратко использование приема пропорционирования при членении отдельных плоскостей или зон, например боковой поверхности корпуса или передней панели микро-ЭВМ. В этом случае размеры расчленяемых панелей или зоны определяются из условия решения одного из видов пропорций. Наиболее доступное и наглядное решение дает пропорция «золотое сечение».

Под понятием «золотое сечение» подразумевается известное деление отрезка в среднем и крайнем отношениях: меньший отрезок a так относится к большему отрезку b , как больший к их сумме [34]:

$$\frac{a}{b} = \frac{b}{a+b}$$

где $b > a$.

Решив это уравнение, получим численное значение этой пропорции — «золотое сечение»:

$$x = \frac{a}{b} = \frac{\sqrt{5}-1}{2} \approx 0,618.$$

Объекты, пропорции которых отвечают этому значению, представляются большинству людей самыми гармоничными, прекрасными, естественными.

«Золотое сечение» присуще объектам живой природы и с древнейших времён выступает (применяется) в практике материальной культуры. Существуют различные объяснения этого феномена, но более достоверным, по-видимому, является объяснение с точки зрения максимальной информативности рассматриваемого объекта. Предпочтительность прямоугольных объектов, имеющих форму «золотого сечения», объясняется максимальной информативности или «выразительности» их формы по сравнению со всеми другими прямоугольниками [34].

С учетом этого весьма целесообразно выбирать размеры панели управления, клавиатурного поля и т. д., исходя из отношения «золотого сечения». Причем, как обычно, в качестве ориентиров следует на первом этапе принимать основные размеры соответствующих базовых конструкций и выделять конструктивными, компоновочными или графическими способами искомое отношение. Существуют различные варианты реализации «золотого сечения». На практике, однако, возникают задачи согласования различных панелей — зон внутри одной, головной зоны. Например, согласование зон функциональных элементов на передней панели. Следует иметь в виду, что пропорционирование — это один из исходных способов компоновки элементов на панели, кроме него используют и другие в соответствии с эргономическими требованиями.

Заключение

В книге были рассмотрены актуальные вопросы построения конструкционной системы и компоновок на ее основе вариантных микро-ЭВМ. Было показано большое значение комплексной совместимости микро-ЭВМ в объектах применения — ВТ, РЭА, АСУ и других, которые сами пока не являются совместимыми. В книге изложены пути решения проблем конструктивной совместимости посредством организации оптимальной структуры КС и выбора ограниченного ряда типоразмеров БК.

Анализ развития активных элементов (ИС), методов их компоновки и монтажа показывает, что увеличение степени интеграции, новые виды технологии, увеличение удельной тепловой мощности, прогрессивные способы монтажа и т. п. существенно влияют на параметры и качество компоновок микро-ЭВМ. В связи с этим в книге сделана попытка учесть это влияние путем классификации всех изделий микро-ЭВМ на системы: конструкционную, элементную и функциональную, что, по-видимому, делает возможным проведение опережающих и параллельных разработок.

Важное значение для обеспечения конструктивной совместимости имеют проблемы выбора системы основных размеров — оптимального ряда типоразмеров базовых конструкций и единого размерного модуля (шага координатной сетки). Эти проблемы

обусловлены фактором взаимосуществования двух размерных систем: английской (дюймовой) шаг 0,1" (2,54 мм) и метрической — шаг 2,5 мм.

Актуальной задачей является разработка систем микро-ЭВМ в виде рабочих мест для проектирования, управления, измерений. Безусловно, проблемы размерных соотношений, а также вопросы дизайна микро-ЭВМ должны решаться с учетом комплекса требований совместимости.

В книге уделено значительное внимание стандартизации, на основе которой должны развиваться конструкционная система и микро-ЭВМ. Большое значение при этом приобретает метод опережающей стандартизации конструкционной и элементной систем. Очевидно, что решение проблем совместимости микро-ЭВМ и экономической эффективности их разработок в целом зависит от осуществления комплексной программы стандартизации.

Комплексная программа стандартизации всех основных изделий, входящих в элементную, конструкционную и функциональную системы, представлена в приложении I. Эта программа может быть использована в качестве основы для разработки рабочей программы комплексной межотраслевой стандартизации.

КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА СТАНДАРТИЗАЦИИ

Наименование, вид и содержание стандартов	Области распространения																																	
	Конструкционная система (КС)														Элементная система (ЭС)							Функциональная система (ФС)												
	I				II				III				IV				Детали	ЭС	Активные	Пассивные	Оперативные		Управления	Соединительные	Монтажные	Детали	ФС	1	2	3	4	5	6	7
	КС	1. Плата с рычагами	2. Плата с панелью	3. Корпус частный	4. Корпус коробчатый	1. Корпус (панель)	2. Каркас	3. Корпус (кожух)	4. Корпус составной	1. Корпус шкафа	2. Корпус стойки	3. Стол	4. Тумба	Индикация	Управления	1					2	3												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Общие положения. Построение и применение КС (ЭС, ФС)	+														+									+										
Структура КС. Состав, схема входимости, основные размеры	+																																	
Плата (конструктивный модуль). Основные размеры		+																																
Общие требования ТЭ	+														+									+								+		
Дизайн — система микро-ЭВМ	+														+				+	+				+								+		
Средства гармонизации		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Зоны функционирования	+																						+	+										
Общие требования эргономики	+														+									+									+	
Приципы компоновки	+														+	+	+	+	+				+	+										
Параметры зон функционирования	+														+				+	+			+											
Условные обозначения сигналов																																		
Общие требования компоновки	+																							+										
Компоновка модификаций БК		+	+												+																			
Виды компоновок ФС																									+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Технические требования, параметры	+	+	+												+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
Виды монтажа (интерфейса)	+																																	
Базовые конструкции (БК). Основные и присоединительные размеры		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																				
Типовые конструкции (ТК). Примеры для справок		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																				

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КНИГЕ

Термин	Обозначение	Определение
Микропроцессорная электронно-вычислительная машина	Микро-ЭВМ	ЭВМ с интерфейсом ввода — вывода, состоящая из микропроцессора, полупроводниковой памяти и, при необходимости, пульта управления и источников электропитания, сконструированных на основе базовой конструкции
Однокорпусная микро-ЭВМ	ОК микро-ЭВМ	Микро-ЭВМ, размещаемая в корпусе одной интегральной микросхемы
Одноплатная микро-ЭВМ	ОП микро-ЭВМ	Микро-ЭВМ, размещаемая на одной печатной плате
Многоплатная микро-ЭВМ	МП микро-ЭВМ	Микро-ЭВМ, размещаемая на двух и более печатных платах
Встраиваемая микро-ЭВМ	—	Микро-ЭВМ, не имеющая индивидуального пульта управления, источников электропитания, предназначенная для конструктивного встраивания в объект
Конструкционная система	КС	Совокупность уровней базовых конструкций, организованная в определенной соподчиненности на основе единого размерного модуля и оптимальной технологии производства с учетом функциональных, механических и тепловых факторов, а также требований технической эстетики, для создания оптимальных вариантных компоновок функциональных систем
Структура КС	—	Совокупность устойчивых связей базовых конструкций, обеспечивающих их целостность и сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях
Уровень конструкционной системы	—	Совокупность некоторых базовых конструкций, имеющая присущие только ей пространственную и функционально-техническую структуры и непосредственные средства связи с другими уровнями КС
Микроуровень	—	Совокупность некоторых базовых конструкций в составе I уровня КС, не имеющих средств связи с другими уровнями
Базовая конструкция	БК	Конструкция изделия, его сборочных единиц и деталей, отображающая на чертежах, а также в требованиях определенные конструктивные решения, обязательные для применения при конструировании изделий ряда (ГОСТ 23945.1—80)

Примечание. Плюс означает необходимость выпуска стандарта.

Окончание прилож. 1

	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
Требования теплообмена																																	
Основные параметры теплообмена																																	
Методы и средства теплообмена																																	
Типовые решения Вентиляторы																																	
Типовые компоновки функциональной системы на основе БК																																	
Типовые решения средств фирменного стиля																																	
Типовые изделия функциональной системы																																	

Термин	Обозначение	Определение
Модификация базовой конструкции	МБК	Конструкция, созданная на основе базовой с сохранением основных размеров, обуславливающих механическое сочленение ее в КС, изменяющая область ее применения или специализирующая ее назначение (ГОСТ 23945.1—80)
Исполнение базовой конструкции	ИБК	Конструкция, созданная на основе базовой или ее модификации с сохранением основных размеров и областей применения
Плата	—	Базовая конструкция в виде листа, предназначенная для размещения на своих поверхностях электромонтажа, элементов и деталей конструкции
Корпус частичный	КЧ	Базовая конструкция с несущими элементами в виде платы и передней панели или стержней, соединяющих переднюю и заднюю панели; предназначена для компоновки элементов, плат и других изделий
Корпус комплектный	ККт	Базовая конструкция с несущими элементами в виде боковых стенок или стержней, соединяющих переднюю и заднюю балки и рамки; предназначена для компоновки в основном плат, частичных корпусов и других изделий
Корпус комплектный	ККс	Базовая конструкция, предназначенная для компоновки в основном комплектных корпусов и других изделий в зависимости от технических требований; выполняется в виде корпусов шкафа, стойки, стола или тумбы
Корпус шкафа	КШ	Базовая конструкция с несущими элементами в виде профилей, соединенных стержнями или рамами, имеющая двери спереди и сзади; предназначена для компоновки в основном комплектных корпусов
Корпус стойки	Кс	Базовая конструкция с несущими элементами в виде профилей, соединенных стержнями или рамами, не имеющая дверь только спереди или одновременно спереди и сзади; предназначена для компоновки в основном комплектных корпусов
Кожух	Кж	Базовая конструкция с несущими элементами в виде боковых стенок, соединенных крышками; предназначена для компоновки плат, частичных и комплектных корпусов
Тумба	—	Базовая конструкция с несущими элементами в виде боковых стенок или профилей, соединенных крышками, имеющая дверцы спереди и сзади; предназначена для компоновки в основном комплектных корпусов, а также для совместных компоновок с модификациями комплексного корпуса

Термин	Обозначение	Определение
Стол	—	Базовая конструкция с несущим элементом в виде столешницы, установленной на опоры; предназначена для компоновки комплектных и комплексных корпусов, а также других функциональных изделий
Ячейка	Я	Функциональное изделие, скомпонованное на основе платы или частичного корпуса
Кассета	К	Функциональное изделие, скомпонованное на основе ячейки в защищенном корпусе и снабженное средствами механического сочленения — расчлененная
Блок	—	Функциональное изделие, скомпонованное на основе платы, частичного или комплектного корпуса
Шкаф	—	Функциональное изделие, скомпонованное на основе корпуса шкафа
Устройство	—	Функционально и конструктивно законченное изделие, выполняющее определенную функцию получения, передачи, преобразования или использования информации, не имеющее самостоятельного эксплуатационного назначения (ГОСТ 20397—74)
Элементная система	ЭС	Совокупность элементов — активных, пассивных, оперативных (индикации и управления), соединительных и монтажных, скомпонованная на основе базовых конструкций для образования функциональной системы
Функциональная система	ФС	Совокупность элементов и базовых конструкций, а также устройств, организованная с целью выполнения определенной программы действия
Магистраль	—	Совокупность соединительных линий и схем, обеспечивающих требуемые параметры, передаваемых по линиям электрических сигналов, по которым информация передается от одного источника информации (или от нескольких) к одному приемнику (или к нескольким)
Кросс-плата	—	Печатная плата, содержащая магистраль и соединители для компоновки микро-ЭВМ необходимой конфигурации

1. Фролов А. Д. Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Высшая школа, 1970.
2. Основы построения технических средств ЕС ЭВМ на интегральных микросхемах/В. В. Саморуков, В. В. Микитин, В. А. Павлычев и др.; Под ред. Б. Н. Файзулаева. — М.: Радио и связь, 1981.
3. Справочник конструктора РЭА: Общие принципы конструирования/Под ред. Р. Г. Варламова. — М.: Сов. радио, 1980. — 480 с.
4. Агрегатирование в электроприборостроении/Г. С. Певзнер, Э. И. Цветков, М. Б. Цодиков. — М.: Энергия, 1981, — 176 с.
5. Конструирование и расчет больших гибридных интегральных схем, микросборки и аппаратуры на их основе: Учебное пособие для вузов/Г. В. Алексеев, В. Ф. Борнсов, Т. Л. Воробьева и др.; Под ред. Б. Ф. Высоцкого. — М.: Радио и связь, 1981. — 216 с.
6. ГОСТ 26.203—81. ЕССП. Агрегатные комплексы средств измерений и автоматизации. Общие положения, классификация и принципы построения.
7. INTEL. System data catalog. 1981. — Каталог фирмы Intel Corp.
8. Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода. — М.: Наука, 1973.
9. Оптнер С. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем: Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1972.
10. Шрейдер Ю. А., Шаров А. А. Системы и модели. — М.: Радио и связь, 1982. — 52 с.
11. Гуськов Г. Я., Седунов Б. И. Конструирование сложной микроэлектронной аппаратуры. — Электронная промышленность, 1977, № 6.
12. Диденко К. И. Принципы построения комплекса технических средств для локальных автоматизированных систем управления технологическими процессами. — Управляющие системы и машины, 1978, № 6.
13. Блинов И. Г., Струков О. Д., Хайицкий С. С., Шевченко И. А. Система конструктивных элементов контрольно-измерительного оборудования. — Электронная промышленность, 1974, № 10.
14. Струков О. Д., Плотницкий А. М., Романов Ф. И. Типовые конструкции контрольно-измерительного оборудования. — М.: ЦНИИ. — Электроника, 1975.
15. Canway John Electronics enclosures are they the most important part of your design. — EDN, 1976, vol. 21, N 5, p. 57—66.
16. Inclosures and packaging. — Electronic Engineering, 1979, N 617, p. 85, 88—93, 95.
17. AUGAT. Catalog 101, 1979. Каталог фирмы Augat Inc., Interconnection Components Division.
18. Optec. Physical scientific div catalog, 1976.
19. Newlett-Packard. Measurement/Computation Electronic Instruments and systems, 1982. Каталог фирмы HP
20. Eurosystem-c. Produktinformation 7901. 19"-systeme nach DIN 41494. — Проспект фирмы OK Machine & Tool UK Ltd., 1980.
21. Intermas. — Каталог фирмы Telefunken, 1976.
22. Dimensions of sabracks and associated plug-in inits for mounting in electronic equipment according to IEC, Publication 297 (Second Edition). — IEC, TC48D, 1982.
23. Waltz E. Product responsibility for 19 in cabinet systems. — Electron Weekly. 1979, N 207, p. 23, 24.
24. DIN 41494, Blatt 1—6, 1972. Bauweise für elektronische Einrichtungen.
25. СТ СЭВ 834—77. Приборы и средства автоматизации. Панели и стойки. Основные размеры.
26. Вербицкий, Уиклер, Хейнинг. Повышение плотности монтажа компьютеров более чем в 15 раз. — Электроника, 1979, № 16, с. 37.
27. Лаймен Дж. Носители кристаллов и корпуса с матрицами выводов меняют лицо печатных плат. — Электроника, 1981, № 26, с. 19—33.
28. Лаймен Дж. Конструирование и производство. — Электроника, 1981, № 21, с. 62.
29. Гендерсон Д. А. Использование двух лазеров ускоряет присоединение оконечных разъемов к гибким печатным кабелям. — Электроника, 1981, № 19, с. 63—71.
30. DIN 41494, Blatt. 2. Bauweise für elektronische Einrichtungen. Leiterplatten. Maße.
31. Базовый принцип конструирования РЭА/Е. М. Парфенов, В. Ф. Афанасенко, В. И. Владимиров, Е. В. Саушкин; Под ред. Е. М. Парфенова. — М.: Радио и связь, 1981, — 120 с.
32. Щелкунов Д. Н. Проектная концепция в дизайне систем. — Техническая эстетика, 1980, № 5.
33. Методика художественного конструирования. М.: НИИ Технической эстетики, 1978. — 336 с.
34. Петров Ю. М., Пряхинников Н. Е. Формулы прекрасных пропорций. — В кн.: Число и мысль. — М.: Знание, 1979, вып. 2.
35. Сидоренко В. Ф. Дизайн как проектная деятельность. — Техническая эстетика, 1977, № 8.
36. Аронов В. Р. Мальдонадо — теоретик дизайна. — Техническая эстетика, 1978, № 7.
37. Зинченко В. П., Мунипов В. М. Основы эргономики. — М.: МГУ, 1979.
38. Нельсон Д. Проблемы дизайна. — М.: Искусство, 1971.
39. Чембарева Ю. А. Терминальная мебель для конторских помещений. — Техническая эстетика, 1981, № 3.
40. Азрикан Д. А., Щелкунов Д. Н. О природе и функциях фирменного стиля. — Техническая эстетика, 1975, № 10.
41. Глазычев В. О дизайне. — М.: Искусство, 1970.

Оглавление

	Стр.
Предисловие	3
Введение	5
1. Микро-ЭВМ — новый класс средств вычислительной техники. Виды компоновок	9
2. Конструкционная система	24
3. Размерные соотношения конструкционной системы	42
4. Выбор типоразмеров базовых конструкций	73
5. Некоторые вопросы дизайна и эргономики	101
Заключение	110
Приложение 1. Комплексная программа стандартизации	112
Приложение 2. Термины и определения, используемые в книге	115
Список литературы	118