

**Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Основы конструирования электронных средств»**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2
Проектирование конструкции ячейки**

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Основная цель работы состоит в закреплении знаний, полученных в теоретическом курсе, по компоновке субблоков ЭС, выработке умений и навыков их использования для решения практических задач конструирования. Кроме того, приобретаются умение и навыки работы с автоматизированными средствами конструирования в диалоговом режиме с ЭВМ, являющейся обязательным инструментом успешного проектирования конструкции.

2. ЗАДАЧА РАБОТЫ

Необходимо разработать компоновочное решение субблока МЭА, исходя из индивидуальных для каждого студента условий. Работа сводится к тому, чтобы, используя известную методику, обосновать и выбрать типовое конструктивно-технологическое решение субблока МЭА в соответствии с действующими в ряде отраслей нормативно-техническими документами. В результате должны быть определены все компоновочные параметры субблока, в котором располагаются электрорадиоэлементы (ЭРЭ) в виде микроэлектронных узлов (МЭУ).

В качестве исходных используются данные к общему циклу лабораторных работ, данные предыдущей лабораторной работы по определению конструктивных параметров МЭУ, а также следующие данные:

- геометрические характеристики и количество МЭУ в блоке;
- тип конструкции блока;
- способ установки МЭУ на плате,
- нижняя зона крепления ПП, $X_1=5\text{мм}$,
- верхняя зона крепления ПП, $X_2=5\text{мм}$,
- зона выходных контактов, $Y_1=10\text{мм}$,
- зона контрольных контактов, $Y_2=5\text{мм}$,
- высота электрического соединителя, $H_c=10\text{мм}$,
- толщина ПП, $H_p=1,5\text{мм}$,
- высота выступов крепежных изделий, $H_k=1,5\text{мм}$,
- высота каркаса ячейки, $H_{кар}=10\text{мм}$,
- рекомендуемое расстояние между ячейками, $H_P=5\text{мм}$,
- плотность материала ПП, $\rho=0,0024\text{г/м}^3$
- масса разъема или колодки, $G_C=10-15\text{г}$,
- масса каркаса, $G_{кар}=30-40\text{г}$,
- объем разъема или колодки, $V_C=5000-10000\text{ мм}^3$
- объем каркаса, $V_{кар}=15000-20000\text{ мм}^3$

**3. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНОВОЧНЫХ
ПАРАМЕТРОВ ЯЧЕЕК (СУББЛОКОВ) ЭС.**

3.1. Этапы компоновки

Процесс определения конструктивных /компоновочных/ параметров субблока состоит из следующих этапов:

- предварительный выбор типа и размеров корпуса блока, типа и размеров субблоков, типа и размеров печатных плат (ПП);
- компоновка ПП;

- определение полного комплекса компоновочных характеристик субблока;
 - уточнение, при необходимости, типоразмеров субблоков и печатных плат.
- Рассмотрим поэтапно процесс определения компоновочных характеристик.

3.2. Предварительный выбор схемы компоновки и типоразмеров корпуса блока, субблока (ячейки) и ПП.

На основании требований ТЗ выбирается вариант схемы компоновки блока (рис 3,4). (В данном случае рекомендуется схема 1 для компоновки блока и вариант 5 для компоновки субблоков). Далее необходимо выбрать ориентировочные типоразмеры ячейки и ПП. В зависимости от того, задан ли тип и размеры корпуса блока или шкафа /стойки/, куда аппарат входит составной частью, возможны следующие варианты действий:

Если заданы, то согласно требованиям соответствующих нормативных документов /ГОСТ, ОСТ, нормами предприятий и т.п./ необходимо выбрать тип и размеры ячейки /субблока/ и ПП.

Если тип и размеры корпуса блока не заданы, то на основании результатов эскизного проектирования и других этапов предварительного проектирования по величине ориентировочного объёма V аппарата или по величине предполагаемых габаритных размеров $L \times B \times H$ МЭА конструктору необходимо выбрать предварительный вариант типа и размеров корпуса блока, затем - размеры субблока и ПП.

3.2.1.Определение ориентировочного объёма блока

3.2.1.1.Определяется ориентировочное количество эквивалентных усилителей или/и вентилей N_a , характеризующее показатель технической сложности РЭС на микросборках с уровнем интеграции $J_{сб}$.

$$N_a^1 = J_{сб} \left(E \left| \frac{N_{au} + E \left| 13 \sqrt{J_{сб}^2} \right|}{J_{сб}} \right| \right) \left(1 + 0.3 E \left| \frac{N_2 + 0.1}{2} \right| E \left| 3.1 - N_2 \right| \right),$$

где N_{au} – исходная сложность электрической схемы;

E - оператор процедуры взятия целочисленного значения;

N_2 - глубина резервирования; принять $N_2 = 1$.

3.2.1.2.Вычисляется ориентировочный объём V' блока.

3.2.2.Предварительный выбор типоразмеров корпуса блока, субблоков, печатных плат

3.2.2.1.По величине ориентировочного объёма V' в соответствии с /5/ выбирается тип корпуса блока, объём которого V должен превышать величину V' и определяются размеры корпуса. Параметры некоторых корпусов блоков даны в табл.2.

Таблица 2 Основные характеристики корпусов блоков

Тип корпуса	Размеры, мм			Объём, дм	Масса, Кг	Размеры печатных плат субблоков, мм *
	Н	В	L	V	G	
2K	194	124	320,5	7,7	1,9	75
2,5K	194	157	320,5	9,7	2,3	170 120
3K	194	190,5	320,5	11,8	2,8	170 150
1K	194	57	320,5	2,8	1,2	110 150
1,5K		90,5		5,6	1,4	
2K		124		7,7	1,6	
2,5K		157		9,7	1,8	
3C	194	190	421,5	15,6	2,4	170 280
4C		257		21	2,8	
5C		324		26,5	3,2	
		390,5		31,9	3,8	

*В одном субблоке возможна установка нескольких ПП.

3.2.2.2. Исходя из типоразмера выбранного корпуса блока, в соответствии с требованиями /4,5/ выбираются размеры печатных плат L_n и B_n . Параметры некоторых плат также приведены в таблице 2.

3.3. Определение компоновочных параметров ПП.

Если ЭРЭ, расположенные на ПП ячейки, (в данном случае все ЭРЭ – это микросхемные узлы) имеют одинаковые или близкие типоразмеры корпусов, что справедливо для цифровых РЭС, то компоновочные параметры ПП определяются в предположении, что все микросхемы имеют единые размеры корпусов.

Если аппарат выполнен на ЭРЭ существенно разных типоразмеров, то работа выполняется в несколько этапов: вначале определяются посадочные места для ЭРЭ с наибольшим размером корпуса, затем – со следующим меньшим значением и т.д.

3.3.1. Определяются размеры монтажной зоны ПП (рис.5)

$$L_1 = L_n - X_1 - X_2;$$

$$B_1 = B_n - Y_1 - Y_2,$$

где X_1 – нижняя зона крепления ПП, мм;

X_2 – верхняя зона крепления ПП, мм;

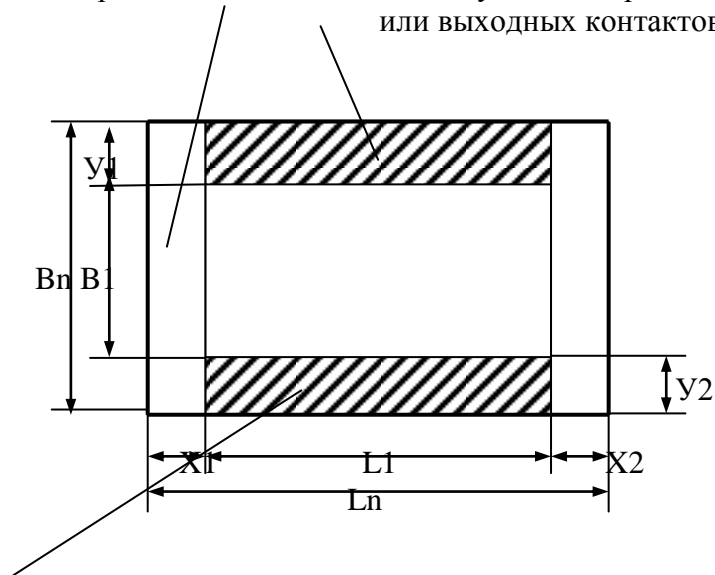
Y_1 – зона выходных контактов и крепления соединителя к ПП, мм;

Y_2 – зона контрольных контактов и крепления передней планки к ПП, мм.

Эскиз печатной платы

Зона крепления ПП

Место установки разъёма
или выходных контактов



Место установки контрольных контактов

Рис.5

3.3.2. Определяется количество горизонтальных рядов ЭРЭ

$$n_y = E \left\lceil \frac{B_1 - B_{cx}}{B_{cx}} \right\rceil + 1,$$

где B_0 – ширина посадочного места ЭРЭ, мм;

B_{cx} – ориентировочный шаг установки ЭРЭ вдоль небазовой стороны ПП, мм; (для ИС, см.[5]).

3.3.3. Определяется количество вертикальных столбцов ЭРЭ (рис. 6)

$$n_x = E \left\lceil \frac{L_1 - L_{cx}}{L_{cx}} \right\rceil + 1,$$

где L_0 – длина посадочного места ЭРЭ, мм;

L_{cx} – ориентировочный шаг установки ЭРЭ вдоль базовой стороны ПП, мм; (для ИС см.[5]).

$$L_{нач} = \frac{L_{cx} - L_0}{2};$$

$$B_{нач} = \frac{B_{cx} - B_0}{2}.$$

При условии, что

Эскиз монтажной зоны ПП



Рис. 6

3.3.4. Определяется максимально возможное к установке на ПП число $N_{сб}$ ЭРЭ при выбранном шаге установки

$$N_{сб} = n_x \cdot n_y \cdot N_{уст}$$

где $N_{уст}$ – коэффициент, зависящий от способа установки ЭРЭ на ПП ;

$N_{уст} = 1$ при односторонней и $N_{уст} = 2$ при двусторонней установке ЭРЭ на ПП.

3.3.5. Проверяется возможность установки ЭРЭ данного типоразмера на ПП, для чего сравнивается $N_{сб}$ с реальным числом $N_{сбi}$ ЭРЭ данного i типа, т.е. проверяется

$$N_{сбi} < N_{сб}, \quad i \in I;$$

где I – множество типов ЭРЭ (корпусов ИС).

3.3.6. Определяется количество реально занятых рядов $n_{ур}$ и столбцов $n_{хр}$ (рис.7). При этом стремятся использовать как можно больше посадочных мест в первую очередь на выделяемых рядах.

где $J_{сб}$ – число ЭРЭ, заданное в исходных данных (корпуса ИС); заданно в

Необходимо учесть, что в ячейке может быть несколько ПП.

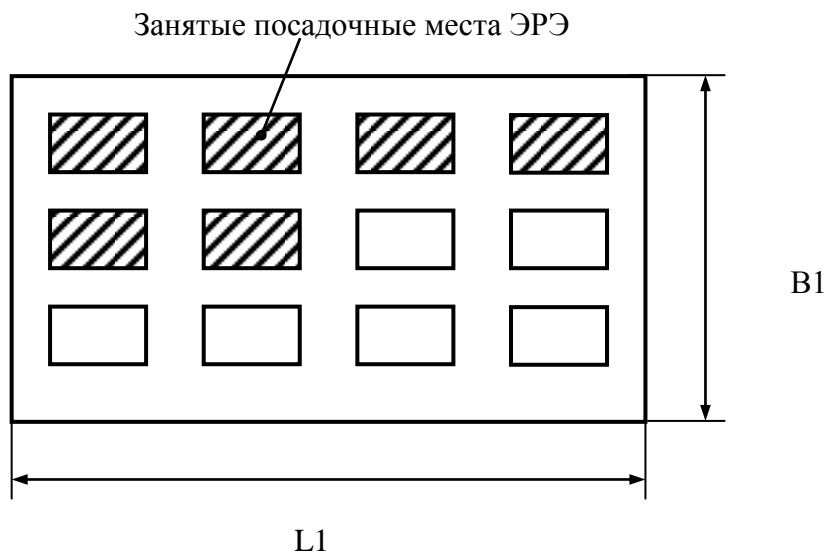
3.3.7. Уточняется количество реально занятых рядов $n_{ур}$ и столбцов $n_{хр}$ (рис.7). При этом стремятся использовать как можно больше посадочных мест в первую очередь на выделяемых рядах.

3.3.8. Определяются свободные площади на ПП, (рис.8)

$$\begin{aligned} Scv1 &= (B1 - nyp \cdot Bcx) \cdot L1 \cdot Nуст; \\ Scv2 &= Bcx \cdot [L1 - Lcx \cdot (nyp \cdot nx - Nсвj)] \cdot Nуст; \\ Scv3 &= Bcx \cdot (nyp - 1) \cdot (L1 - nхр \cdot Lcx) \cdot Nуст; \\ Scv\Sigma &= Scv1 + Scv2 + Scv3; \end{aligned}$$

3.3.9. Если схема РЭС выполнена на ЭРЭ с существенно разными типоразмерами корпусов, то переход к п. 3.3.10. в противном случае к п. 3.4.

Монтажная зона ПП с указанием занятых и свободных посадочных мест ЭРЭ



$$Ncx1 = 6, Ncx = 12, nхр = 4, nyp = 2$$

Рис. 7

3.3.10. Возможны два варианта действий:

последовательно проверяют возможность компоновки ЭРЭ других типоразмеров на свободных площадях $Scv1$, $Scv2$, $Scv3$. При этом линейные размеры свободного монтажного пространства следующие:

$$\begin{aligned} Scv1 : L'1 &= L1; & B'1 &= B1 - nyp \cdot Bcx; \\ Scv2 : L''1 &= L1 - (nyp \cdot nx - Nсвj) \cdot Lcx; & B''1 &= Bcx; \\ Scv3 : L'''1 &= L1 - nхр \cdot Lcx; & B'''1 &= Bcx \cdot (nyp - 1); \end{aligned}$$

Свободные площади на монтажном поле ПП
после компоновки ЭРЭ 1-го типоразмера

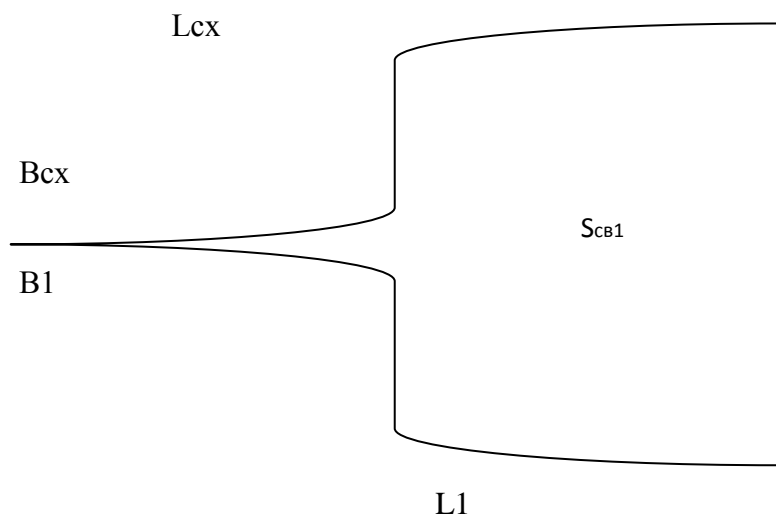


Рис. 8

принимают условно форму свободного монтажного пространства площади $S_{\Sigma св}$ в виде квадрата с линейными размерами

$$L1'''' = B1'''' = \sqrt{S_{\Sigma св}}$$

и проверяют возможность компоновки ЭРЭ остальных типов на этой площади.

3.3.11. Уточняются компоновочные характеристики ПП при расположении на них ЭРЭ следующего типоразмера. С этой целью повторяются действия по п. п. 3.3.1. ... 3.3.12.

В процессе работы учитывается, что на данном этапе размеры посадочного места, шаги установки и другие данные в расчётах должны соответствовать новому типоразмеру корпуса ЭРЭ.

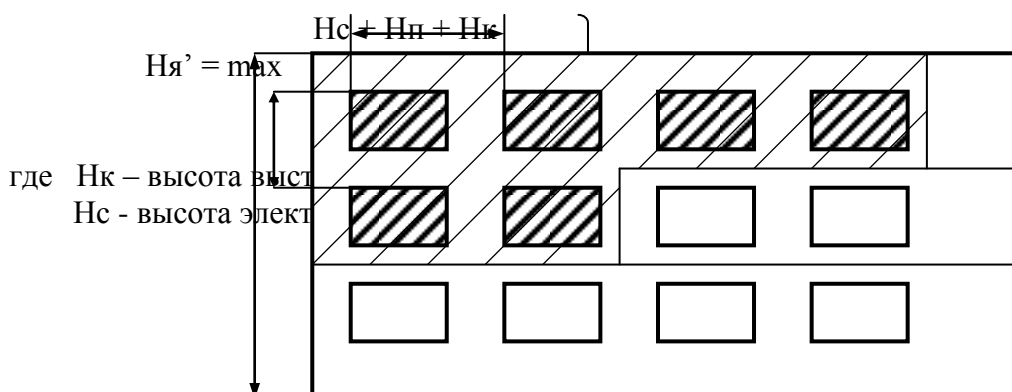
3.3.12. Работа по п. 3.3. заканчивается, когда проверена возможность установки ЭРЭ всех типоразмеров на ПП всех ячеек.

3.4. Определение полного комплекта компоновочных параметров ячейки.

3.4.1. Для блока разъёмной конструкции по максимальному количеству задействованных выводов выбирается разъём ячейки.

3.4.2. На основании соответствующих нормативных документов /ГОСТ, ОСТ, нормали предприятий / выбирается тип и схема компоновки субблоков /ячеек/. (рис.9). (Рекомендуется вариант «а»).

3.4.3. Для разъёмной конструкции при односторонней установке ЭРЭ и соединителей ориентировочная высота ячейки определяется

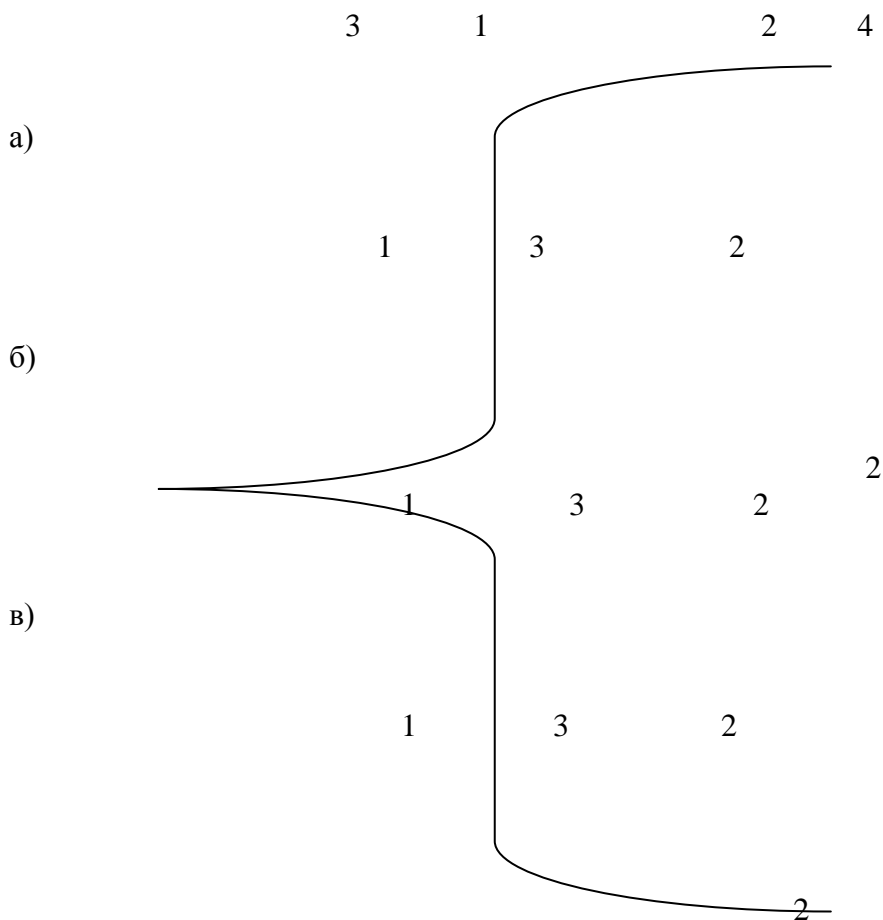


Нп - толщина ПП, мм;
 Нсх - максимальная высота ЭРЭ, мм;
 Нкар - высота каркаса ячейки, мм.

3.4.4. В случае односторонней установки ЭРЭ и использовании соединителей, выступающих по обе стороны ПП, ориентировочная высота ячейки определяется по формуле

$$H_{я''} = \max \left\{ \begin{array}{l} H_c \\ H_{кар} \\ H_{сх} + 0.5(H_c + H_{п}) \end{array} \right\}.$$

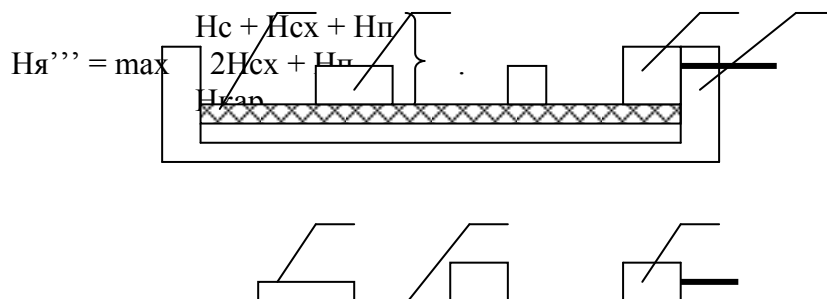
Схемы компоновки ячейки



1 – ЭРЭ; 2 – разъём; 3 – ПП; 4 – каркас /рамка/

Рис. 9

3.4.5. В случае двухсторонней установки ЭРЭ и односторонней установки соединителей ориентировочная высота ячейки определяется



3.4.6. В случае двухсторонней установки ЭРЭ и использовании соединителей, выступающих по обе стороны ПП, высота определяется как

$$H_{я''''} = \max \left\{ \begin{array}{l} H_c \\ 2H_{cx} + H_{п} \\ H_{кар} \end{array} \right\}.$$

3.4.7. (Высота ячейки аппаратуры стационарных ЭВМ и аппаратуры дискретной автоматики рекомендуется равной 15 мм.)

3.4.8. Для книжной конструкции ориентировочная высота ячейки определяется по тем же формулам, что и для разъёмной, с учётом крепления колодки /скобы/ электрического соединителя с одной стороны ПП.

3.4.9. Шаг установки ячеек определяется как

$$H_{я} = H_{я'} + H_p$$

где H_p – расстояние между ячейками, мм;
рекомендуется $H_p \geq 6$ мм.

3.4.10. Масса ячейки находится как

$$G = G_{п} + \sum_{i=1}^{I_1} G_{cxi} \cdot N_{cxi} + G_c + G_{кар},$$

где $G_{п}$ – масса ПП, кг;
 G_{cxi} – масса ЭРЭ i – го типа, кг;
 G_c – масса разъёма или колодки, кг;
 $G_{кар}$ – масса каркаса, кг;
 i – типоразмер ЭРЭ, $i \in \Pi$;
 Π – множество типов ЭРЭ в ячейке $\Pi \subset I$.

3.4.11. Объём заполнения ячейки определяется как

$$V = V_{п} + \sum_{i=1}^{I_1} V_{cxi} \cdot N_{cxi} + V_c + V_{кар},$$

где $V_{п}$ – объём ПП, м;
 V_{cxi} – объём ЭРЭ i – го типа, м;
 V_c – объём разъёма или колодки, м;
 $V_{кар}$ – объём каркаса, м.

3.5. Уточнение типоразмеров субблоков и ПП.

Данный пункт выполняется в случае неудачного предварительного выбора либо размеров ПП, либо ориентации положения ЭРЭ на ПП, либо каких-то других решений. В таком случае необходимо самостоятельно предложить новое решение и проверить его, повторив п. п. 3.2. – 3.4. методики.

4.СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО РАБОТЕ

Отчет представляет собой комплект конструкторской документации /КД/ на конструкцию субблока РЭС и

состоит из:

- 1) пояснительной записки, включающей в себя :
постановку задачи разработки;
указание совокупности исходных данных на разработку;
укрупнённую схему алгоритма работы с указанием действий анализа, синтеза и принятия решений;
распечатки /протокол/ решения;
выводы по работе;
- 2) комплекта графических материалов, выполненных на миллиметровой бумаге в соответствии с ЕСКД:
эскиз печатной платы в масштабе с разметкой под колодку, разъём и другие элементы, располагаемые на плате;
чертежи субблока, рамки /каркаса/, колодки, разъёма, гибкого печатного кабеля и других деталей субблока.

5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Из каких этапов состоит процесс компоновки субблоков?
2. Какие факторы определяют ориентировочную площадь ПП?
3. Какова процедура предварительного выбора типоразмеров корпуса блока, субблока, печатных плат?
4. Какова процедура предварительного выбора разъёма субблока в блоке разъёмной конструкции?
5. Чем определяется количество субблоков в блоке?
6. От чего зависят габаритные размеры субблоков?
7. Чем определяется ориентировочная длина ячейки?
8. Чем определяется ориентировочная ширина ячейки
9. Чем определяется ориентировочная высота ячейки?
10. Каковы критерии оптимальности выбора типоразмера ПП?
11. Укажите действия анализа, синтеза и принятия решений в данной работе.