

### 3.8. СЕМИНАР № 8. ЭСКИЗИРОВАНИЕ КОММУТАЦИОННЫХ СТРУКТУР

**Цели работы:** Разработка эскиза КС.

#### Задачи работы

- расчет параметров КС и разработка эскиза слоев КС.
- разработка модели КС по эскизу в САПР AltiumDesigner.
- ознакомление с основами проектирования в пакете AltiumDesigner.

#### Теоретическая часть

Для выполнения данной работы следует подготовиться к трассировке ПП индивидуального задания в САПР AltiumDesigner, то есть создать библиотеки УГО и посадочных мест всех элементов схемы, создать принципиальную схему устройства и перенести элементы в окно редактора ПП. Перед началом трассировки стоит задать ориентировочные размеры ПП, то есть установочную площадь ПП. Она рассчитывается по формуле:

$$S = K_S \cdot \sum_i^n S_i,$$

где:  $K_S$  – коэффициент, зависящий от назначений и условий эксплуатации аппаратуры ( $K_S = 1 \div 3$ )

$N$  – количество ЭРЭ

$S_i$  – установочная площадь  $i$ -ого ЭРЭ.

Полученное число можно представить как произведение двух чисел и определить таким образом габаритные размеры платы  $L_x$  и  $L_y$ . Соотношение габаритных размеров сторон ПП должно быть не более 3:1.

Расстояние между корпусами двух соседних ЭРЭ на ПП должно быть не менее 1 мм. Расстояние от края платы до корпуса – не менее 1,5 мм.

Определение длины электрических связей производят по формуле

$$L_{св} = \beta(L_x + L_y)\eta_{\text{выв}} \cdot N_m = \beta(L_x + L_y) \cdot \sum \eta_{\text{выв}}$$

где:  $\eta_{\text{выв}}$  – количество выводов ИМС.

$\beta$  – коэффициент пропорциональности, учитывающий влияние ширины и шага проводников, эффективности трассировки, форм корпуса ИМС и тд.  $\beta = 0,005 \dots 0,07$ .

Зададимся значением  $l_n$  – шагом трассировки проводников. Это значение получается, как частное от деления шага координатной сетки или ос-

нового шага размещения ЭРЭ на любое целое число. Сумма минимальной ширины проводника и зазора должна быть меньше шага трассировки:

$$n_{\text{лог}} = \frac{\beta(L_x + L_y) \cdot \sum \eta_{\text{выв}} \cdot l_n}{L_x L_y \eta_{\text{тр}}} = \frac{L_{\text{св}} \cdot l_n}{L_x L_y \eta_{\text{тр}}},$$

где  $\eta_{\text{выв}}$  - коэффициент эффективности трассировки.

В МПП наружные слои используют как монтажные (их количество не может быть больше двух  $n_{\text{м}} \leq 2$ ), а экранные слои (слои, выступающие в качестве слоёв «земли» и «питания»), обычно выполняются либо сплошной металлизацией, либо в форме сетки) ПП располагаются между логическими слоями, то есть  $n_{\text{э}} = n_{\text{лог}} - 1$  и общее число слоёв ПП:

$$n_{\text{сл}} = n_{\text{лог}} + (n_{\text{лог}} - 1) + n_{\text{м}} = 2n_{\text{лог}} - 1 + 2 = 2n_{\text{лог}} + 1$$

Толщина печатной платы рассчитывается исходя из количества слоёв  $n_{\text{сл}}$ , номинального значения толщины слоя  $H_c$  (мм), которое выбирают из ряда стандартных толщин для конкретного материала.

$$H_{\text{п}} = \sum_{n=1}^n H_c + (0.9 \dots 1.2) \sum_{m=1}^m H_{\text{пр}} + n_{\text{э}} H_{\text{э}}$$

Где  $H_c$  - номинальное значение толщины слоя изолятора (например, стеклотекстолита).

$H_{\text{э}}$  - номинальное значение толщины экранного слоя;

$n_{\text{э}}$  - число экранных слоёв;

$H_{\text{пр}}$  - толщина прокладки стеклоткани;

$m$  - число прокладок.

Предельные отклонения толщины для МПП определяются по таблице 3.5.

Таблица 3. 5

Толщина МПП, мм	Предельные отклонения на суммарную толщину МПП, мм
до 1,5 включительно	$\mp 0,2$
от 1,5 до 3 включительно	$\mp 0,3$
от 3 до 4,5 включительно	$\mp 0,5$
свыше 4,5	$\mp 0,65$

Номинальный диаметр монтажных металлизированных и неметаллизированных отверстий рассчитывается исходя из следующего соотношения:

$$d - (|\Delta d|)_{\text{н.о}} \geq d_{\text{э}} + r,$$

где:

$d_{\text{н.о}}$  - нижнее предельное отклонение диаметра вывода ЭРЭ;

$d_3$ - максимальное значение диаметра вывода ЭРЭ, устанавливаемого на ПП (для прямоугольного вывода за диаметр принимают диагональ сечения вывода);

$r$  – разность между минимальным значением диаметра отверстия и  $d_3$ , её выбирают в пределах 0.1...0.4 мм при ручной установке.

Минимальный диаметр металлизированного монтажного отверстия  $d_0$  рассчитывается по формуле  $d_0 \geq H_{\text{п}} \cdot \gamma$ , где  $\gamma$  – отношение диаметра металлизированного отверстия к толщине ПП.

Расчёт диаметров контактных площадок производится по формуле:

$$D = d + \Delta d_{\text{в.о}} + 2b + \Delta t_{\text{в.о}} + 2 \cdot \Delta d_{\text{тр}} + [T_d^2 + T_D^2 + \Delta t_{\text{н.о}}^2]^{0.5}$$

$d_{\text{в.о}}$ – верхнее предельное отклонение диаметра отверстия;

$b$ – гарантийный поясок;

$t_{\text{в.о}}$ – верхнее предельное отклонение ширины проводника;

$t_{\text{н.о}}$ – нижнее предельное отклонение ширины проводника;

$d_{\text{тр}}$ – величина подтравливания диэлектрика в отверстии (берут значение 0,3 мм для МПП и 0 для ОПП, ДПП и ГПК).

Диаметр контактных площадок округляют в большую сторону до десятых долей миллиметра. Для некруглых (квадратных, прямоугольных, овальных) контактных площадок минимальный диаметр равен диаметру вписанной окружности с центром в узле координатной сетки.

**Заполните для индивидуального задания:**

Дополнительные параметры классов точности:

$\Delta d$  - \_\_\_\_\_

$q$  - \_\_\_\_\_

$T_d$  - \_\_\_\_\_

$T_D$  - \_\_\_\_\_

$K_S$  - \_\_\_\_\_

Определение установочной площади ПП:

$S =$

Габаритные размеры платы:  $L_x =$  \_\_\_\_\_ мм,  $L_y =$  \_\_\_\_\_ мм

Соотношение сторон: \_\_\_\_\_

Определение длины электрических связей:

$$L_{\text{св}} =$$

$\beta$  - \_\_\_\_\_

$\beta$  принять равным 0,06.

$$L_{\text{св}} =$$

Определение количества логических слоев платы:

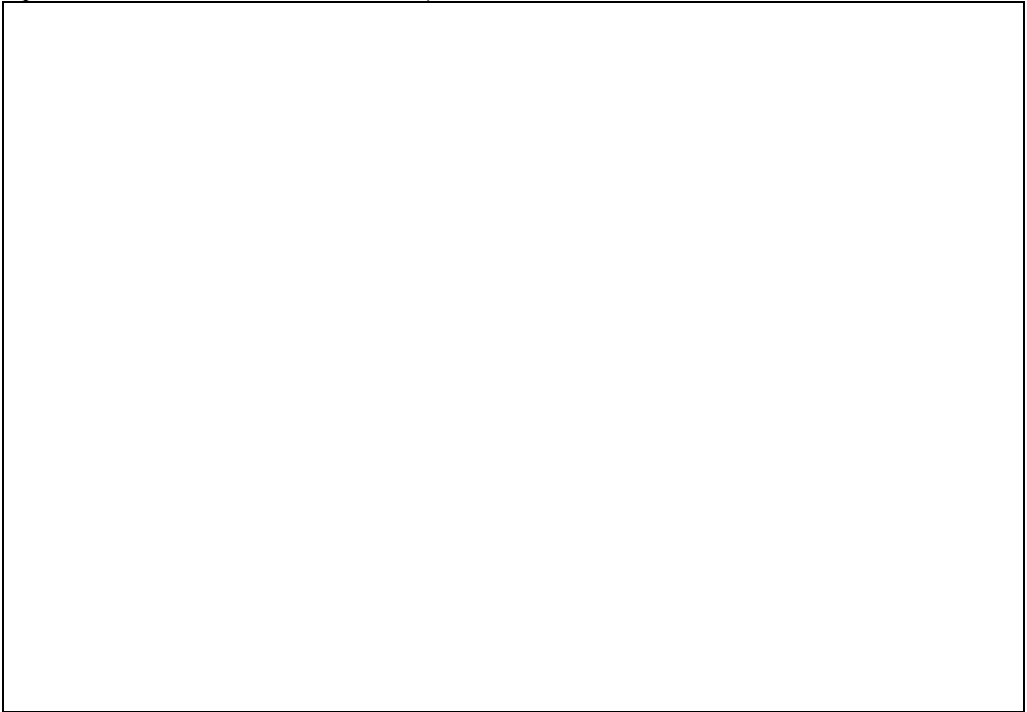
$$n_{\text{лог}} =$$

$\ln$  - \_\_\_\_\_

$\eta_{\text{тр}}$  - \_\_\_\_\_

$$n_{\text{лог}} =$$

Эскиз слоев печатной платы (укажите толщину слоёв, подпишите материал и назначение каждого слоя):



Определение толщины печатной платы:

$$H_{п} =$$

Материал слоев: \_\_\_\_\_  $H_c =$  \_\_\_\_\_ мм;  
 $H_э -$  \_\_\_\_\_  $H_э =$  \_\_\_\_\_ мм;  
 $H_{пр} -$  \_\_\_\_\_  $H_э =$  \_\_\_\_\_ мм;  
 $H_{п} =$

Допуск на толщину МПП: \_\_\_\_\_

Определение диаметров отверстий:

Переходные отверстия:  $d_0 =$

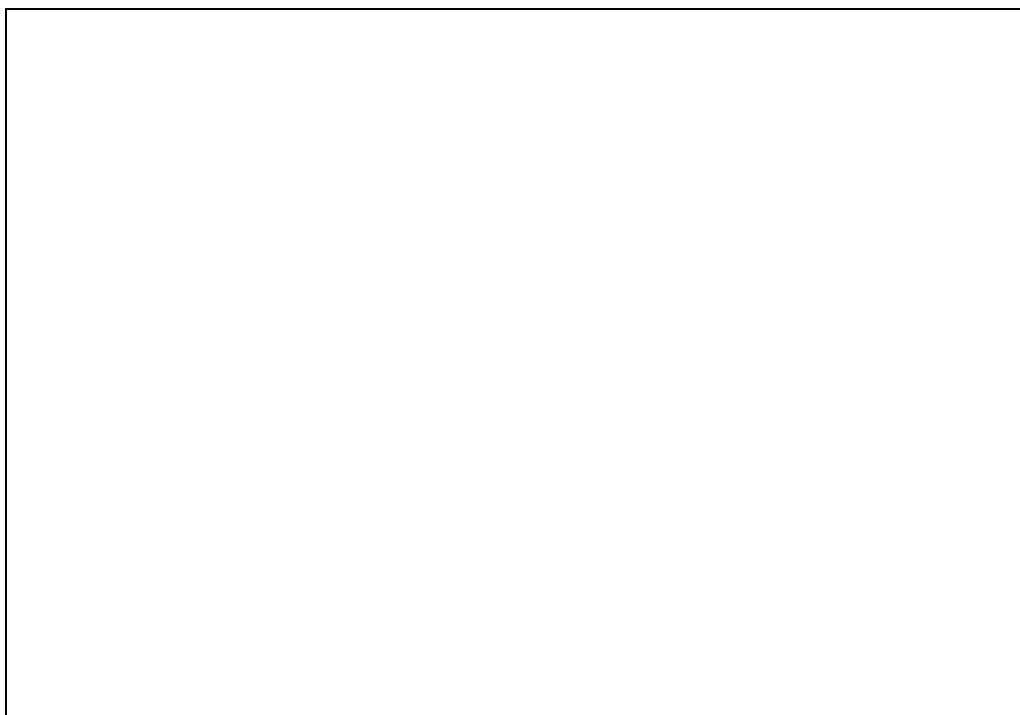
Монтажные отверстия:  $d =$

$$r =$$

$r -$  \_\_\_\_\_

Определение диаметров контактных площадок:

$$D =$$

**Эскиз печатной платы:****Выводы:**


**Контрольные вопросы**

1. Что такое установочная площадь?
2. Как определить длину электрических связей?
3. Методы оценки допусков?