

Задания по дисциплине
«КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭВМ»

Направление подготовки
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность подготовки
«Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

Квалификация выпускника
бакалавр

Формы промежуточной аттестации
Дифференцированный зачёт

г. Мытищи, 2019 г.

В О П Р О С Ы

к дифференцированному зачету по дисциплине

«Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ»

Раздел 1. Организация проектирования средств вычислительной техники.

1. Этапы разработки конструкций электронной аппаратуры.
2. Поколения ЭВМ с точки зрения технологии.
3. Основные понятия в области производственных и технологических процессов.
4. Виды работ конструктора.

Раздел 2. Основные нормы ЕСКД и ЕСТД.

1. Основные стадии разработки конструкторской и технологической документации.
2. Примерный состав конструкторской и технологической документации при проектировании вычислительных средств.
3. Оформление технической документации по ЕСКД и ЕСТД.
4. Показатели конструкции электронной аппаратуры.

Раздел 3. Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры.

1. Иерархический принцип конструирования и метод базовых несущих конструкций в проектировании ЭВМ. Оценка сложности конструкции электронной аппаратуры.
2. Характеристика видов электрических соединений ЭА.
3. Системный подход при конструировании ЭА. Функциональная математическая модель конструкции.
4. Моделирование конструкций ЭВМ.
5. Типовые задачи размещения и компоновки.
6. Задачи расчёта теплового режима блока.
7. Защита ЭВМ от внутренних и внешних воздействий.

Раздел 4. Технологические процессы производства ЭВМ. Отработка конструкций на технологичность.

1. Характеристика типов производства. Виды и структура технологических процессов производства изделий.
2. Понятие о технологичности ЭВМ. ЕСТПП.
3. Технологические процессы изготовления деталей и элементов ЭВМ.
4. Методы обработки и формообразования материалов при производстве электронной аппаратуры. Качество поверхности изделий.
5. Количественная оценка технологичности электронных узлов при производстве изделия. Комплексный показатель технологичности.
6. Печатный монтаж. Виды и материалы печатных плат.
7. Основы технологии изготовления печатных плат. Трафаретная печать. Фотопечать.

Раздел 5. Основы технологий изготовления интегральных микросхем.

1. Основы конструктивно-технологической микроминиатюризации ЭВМ на примере элементов биполярных ИМС.
2. Технология полупроводниковых ИМС.

3. Методы получения тонких пленок (вакуумное напыление, катодное и ионно-плазменное напыление, магнетронное напыления).
4. Технология изготовления тонкопленочных ИМС.
5. Технология толстопленочных ГИС.
6. Функциональные ИМС.

Раздел 6. Технология сборочно-монтажных работ на производстве ЭВМ.

1. Технология сборочно-монтажных работ. Схемы и виды сборки. Подвижные и неподвижные соединения.
2. Основные этапы сборки типовых элементов замены и внутриблочный монтаж.
3. Сборка навесных ЭРЭ и ИМС на печатные платы. Пайка погружением. Пайка волной припоя.
4. Технология поверхностного монтажа элементов.
5. Особенности технологии изготовления многослойных ПП и печатных плат для поверхностного монтажа.

Раздел 7. Методы анализа точности производств и обеспечения стабильности технологических процессов.

1. Основы теории точности производства изделий.
2. Методы анализа точности производства: статистический метод.
3. Методы анализа точности производства: расчетно-аналитический метод.
4. Методы анализа точности производства: метод многофакторного планируемого эксперимента.
5. Обеспечение стабильности технологических процессов. Надежность, ориентировочный расчет надежности, технологические пути обеспечения надежности.
6. Основы оптимизации технологических процессов, методы крутого восхождения и симплекс-планирование.
7. Основные направления автоматизации технологических процессов. Промышленные роботы, роботизированные технологические комплексы и гибкие производственные системы.

Раздел 8. Оптимизация технологических процессов и использование САПР в проектировании печатных плат.

1. Основные направления автоматизации конструкторско-технологического проектирования ЭВМ.
2. Использование САПР для трассировки проводников и изготовления полупроводниковых приборов на примере современных программных пакетов.
3. Использование программного пакета KiCAD для трассировки и конструирования ПП.

Раздел 9. Приемочный контроль и испытание ЭВМ.

1. Приемочный контроль, диагностика и испытания приборов.
2. Виды испытаний и их характеристики.

ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

по дисциплине

«Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ»

Раздел 1. Организация проектирования средств вычислительной техники.

Раздел 2. Основные нормы ЕСКД и ЕСТД.

Раздел 3. Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры.

Домашнее задание № 1. «Конструирование приборов управления»

Варианты 1-15.

Расчёт габаритных размеров печатной платы (ПП). Расчёт габаритов блока электронного изделия.

Задача №1. Рассчитать ориентировочную площадь ПП и выбрать рекомендуемые линейные размеры ПП. Варианты заданий приведены в таблице 1.

Задача №2. Рассчитать площадь ПП, скомпоновать конструкторско-технологические зоны для размещения на ПП ячейки электронного компонента (ЭК), элементов контроля функционирования электрического соединения, крепления и фиксации ячейки, а также выбрать линейные размеры ПП и оценить возможность размещения микросхем на плате. Варианты заданий приведены в таблице 1.

Таблица 1. Варианты задачи №1.

| № | ЭК, размещаемые на плате | | | | Коэффи- циент дезинте- грации | Зазор между ЭК, мм | Расстояние по торцу, мм | d _{пл} , мм |
|----|--------------------------|--------|-------------|--------|--|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| | Разъёмы | | Микросхемы | | | | | |
| | Тип корпуса | Кол-во | Тип корпуса | Кол-во | | | | |
| 1 | ВН-10 | 5 | DIP16 | 8 | 1,5 | 7,5 | 2 | 1,5 |
| 2 | IDC-10MS | 3 | QFP-44 | 6 | 1,6 | 8,75 | 3 | 1,5 |
| 3 | ГРПМШ2-30ГО2-В | 2 | SO14 | 14 | 1,7 | 10 | 4 | 1,5 |
| 4 | ОНП-ВГ-1-18 | 2 | SO16 | 10 | 1,8 | 11,25 | 5 | 1,5 |
| 5 | ГРПМ2-46ШО2-В | 3 | SOIC14 | 18 | 1,9 | 12,5 | 6 | 1,5 |
| 6 | СНП58-16/94х9В-20 | 2 | QFP-28 | 20 | 2,0 | 7,5 | 7 | 1,5 |
| 7 | СНО63-32/95х9В-20 | 1 | TSOP24 | 10 | 2,1 | 8,75 | 8 | 1,5 |
| 8 | ППИС (РШ2Н-2) | 3 | SOT523-1-9 | 12 | 2,2 | 10 | 9 | 1,5 |
| 9 | ОНП-ВГ-1-32/46х11-В21 | 1 | DIP32 | 3 | 2,3 | 11,25 | 10 | 2,0 |
| 10 | СНО53-60/93х9Р-23 | 2 | SDIP32 | 4 | 2,4 | 12,5 | 2 | 2,0 |
| 11 | СНП59-32/95х11Р-20-2 | 1 | SIP8 | 20 | 2,5 | 7,5 | 3 | 2,0 |

| № | ЭК, размещаемые на плате | | | | Коэффициент дезинтеграции | Зазор между ЭК, мм | Расстояние по торцу, мм | $d_{пл}$, мм |
|----|----------------------------------|--------|-------------|--------|---------------------------|--------------------|-------------------------|---------------|
| | Разъёмы | | Микросхемы | | | | | |
| | Тип корпуса | Кол-во | Тип корпуса | Кол-во | | | | |
| 12 | ГРПМ1-31ШП2-К | 3 | SOT243-1-17 | 8 | 2,6 | 8,75 | 4 | 2,0 |
| 13 | ВН2-34 (DS1014-34, IDC2-34MS) | 3 | ZIP-24 | 10 | 2,7 | 10 | 5 | 2,0 |
| 14 | ВН-24 (DS1013-24S, IDC-24MS) | 4 | QFP-32 | 14 | 2,8 | 11,25 | 6 | 2,0 |
| 15 | СНО48-108/62х40В-6М-В | 1 | TSOP28 | 6 | 2,9 | 12,5 | 7 | 2,0 |

Задача №3. Рассчитать ориентировочные габариты и выбрать типоразмер блока электронного изделия. Размеры печатной платы и электронных компонентов взять из задачи №1. Остальные значения выбрать из таблицы 2 в соответствии с полученным вариантом. Примечание: ФЯ – «функциональная ячейка».

Таблица 2. Варианты задачи №2.

| № | Тип конструкции блока | Толщина платы $d_{пл}$, мм | Ширина панели H_K , мм | Зазор между ФЯ $\Delta h_{я}$, мм | Кол-во ФЯ в блоке $n_{фя}$, шт. | Высота пайки H_M , мм |
|----|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1 | Разъёмный | 1,5 | 10 | 9 | 5 | 1,5 |
| 2 | Книжный | 1,6 | 12 | 10 | 6 | 1,5 |
| 3 | Разъёмный | 1,7 | 14 | 7 | 7 | 1,5 |
| 4 | Книжный | 1,8 | 16 | 8 | 5 | 1,5 |
| 5 | Разъёмный | 1,9 | 18 | 9 | 3 | 1,5 |
| 6 | Книжный | 2 | 20 | 10 | 4 | 1,5 |
| 7 | Разъёмный | 2,1 | 10 | 5 | 5 | 1,5 |
| 8 | Книжный | 2,2 | 12 | 6 | 6 | 1,5 |
| 9 | Разъёмный | 2,3 | 14 | 7 | 3 | 1,5 |
| 10 | Книжный | 2,4 | 16 | 8 | 8 | 1,5 |
| 11 | Разъёмный | 2,5 | 18 | 9 | 5 | 1,5 |
| 12 | Книжный | 1,5 | 20 | 10 | 6 | 1,5 |
| 13 | Разъёмный | 1,6 | 10 | 5 | 7 | 1,5 |
| 14 | Книжный | 1,7 | 12 | 6 | 4 | 1,5 |
| 15 | Разъёмный | 1,8 | 14 | 7 | 5 | 1,5 |

Раздел 4. Технологические процессы производства ЭВМ. Отработка конструкций на технологичность.

Раздел 5. Основы технологий изготовления интегральных микросхем.

Раздел 6. Технология сборочно-монтажных работ на производстве ЭВМ.

Домашнее задание № 2. «Технология производства приборов управления»

Варианты 1-15.

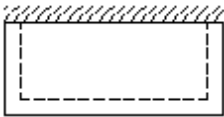





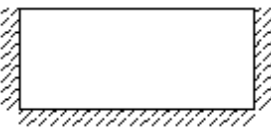
Расчёт печатной платы на действие вибрации. Расчёт толщины печатной платы. Расчёт печатной платы на действие удара.

Задача №1. Провести расчёт печатной платы на действие вибрации и сделать выводы по полученным результатам. В качестве размеров ПП взять размеры, полученные при решении задачи №1 задания №1. Диапазон действующих вибраций Δf взять из таблицы 1 согласно полученному варианту. Способ закрепления платы взять из таблицы 2 согласно полученному варианту. Виброускорение принять за $a_0=19,6 \text{ м/с}^2$.

Таблица 1. Условия задачи №1. Материалы и внешние воздействия.

| № | Материал ПП | Диапазон вибраций Δf , Гц | Способ закрепления платы | Толщина платы, мм |
|----|-------------|---|--------------------------|-------------------|
| 1 | СФ | от 1 до 200 (аппаратура, транспортируемая на автомобильном, дорожном транспорте, и на морских и речных судах) | 1 | 1,5 |
| 2 | СТЭФ | от 1 до 300 (аппаратура, транспортируемая на железнодорожном транспорте) | 2 | 1,6 |
| 3 | СТЭ | от 1 до 500 (аппаратура, транспортируемая на самолёте) | 3 | 1,7 |
| 4 | НФД | от 1 до 700 (аппаратура, транспортируемая на гусеничном транспорте) | 4 | 1,8 |
| 5 | СФ | от 1 до 200 (аппаратура, транспортируемая на автомобильном, дорожном транспорте, и на морских и речных судах) | 5 | 1,9 |
| 6 | СТЭФ | от 1 до 300 (аппаратура, транспортируемая на железнодорожном транспорте) | 6 | 2,0 |
| 7 | СТЭ | от 1 до 500 (аппаратура, транспортируемая на самолёте) | 7 | 1,5 |
| 8 | НФД | от 1 до 700 (аппаратура, транспортируемая на гусеничном транспорте) | 1 | 1,6 |
| 9 | СФ | от 1 до 200 (аппаратура, транспортируемая на автомобильном, дорожном транспорте, и на морских и речных судах) | 2 | 1,7 |
| 10 | СТЭФ | от 1 до 300 (аппаратура, транспортируемая на железнодорожном транспорте) | 3 | 1,8 |
| 11 | СТЭ | от 1 до 500 (аппаратура, транспортируемая на самолёте) | 4 | 1,9 |
| 12 | НФД | от 1 до 700 (аппаратура, транспортируемая на гусеничном транспорте) | 5 | 2,0 |
| 13 | СФ | от 1 до 200 (аппаратура, транспортируемая на автомобильном, дорожном транспорте, и на морских и речных судах) | 6 | 1,5 |
| 14 | СТЭФ | от 1 до 300 (аппаратура, транспортируемая на железнодорожном транспорте) | 7 | 1,6 |
| 15 | СТЭ | от 1 до 500 (аппаратура, транспортируемая на самолёте) | 1 | 1,7 |

Таблица 2. Условия задачи №1. Способы закрепления печатной платы.

| № | Эскиз закрепления платы | Формула для определения K_a |
|--|---|--|
| 1 |  | $9,87 \cdot \sqrt{1 + 2,33 \cdot \gamma^2 + 2,44 \cdot \gamma^4}$ |
| 2 |  | $9,87 \cdot \sqrt{1 + 2,57 \cdot \gamma^2 + 5,14 \cdot \gamma^4}$ |
| 3 |  | $22,37 \cdot \sqrt{1 + 0,48 \cdot \gamma^2 + 0,19 \cdot \gamma^4}$ |
| 4 |  | $15,42 \cdot \sqrt{1 + 1,11 \cdot \gamma^2 + \gamma^4}$ |
| 5 |  | $22,37 \cdot \sqrt{1 + 0,57 \cdot \gamma^2 + 0,47 \cdot \gamma^4}$ |
| 6 |  | $22,37 \cdot \sqrt{1 + 0,61 \cdot \gamma^2 + \gamma^4}$ |
| 7 |  | $22,37 \cdot \sqrt{1 + 0,14 \cdot \gamma^2 + 0,02 \cdot \gamma^4}$ |
| Примечание: $\gamma = \frac{a}{b}$, где a – большая сторона платы, b – меньшая сторона платы. | | |

Задача №2. Выполнить расчёт толщины печатной платы. Способ закрепления платы выбрать из таблицы 2 согласно полученному варианту. Остальные данные задачи взять из таблицы 3 согласно полученному варианту.

Таблица 3. Условия задачи №2.

| № | Материал ПП | Диапазон вибраций, Гц | Способ закреплени я платы | Размеры платы, мм | Масса ЭК, гр. |
|----|----------------|---|---------------------------------|-------------------------|------------------|
| 1 | НФД | от 1 до 700 (аппаратура, транспортируемая на гусеничном транспорте) | 1 | 120x200 | 36 |
| 2 | СТЭ | от 1 до 500 (аппаратура, транспортируемая на самолете) | 2 | 80x100 | 22 |
| 3 | СТЭФ | от 1 до 300 (аппаратура, транспортируемая на железнодорожном транспорте) | 3 | 120x180 | 32 |
| 4 | СФ | от 1 до 200 (аппаратура, транспортируемая на автомобильном, дорожном транспорте, и на морских и речных судах) | 4 | 80x140 | 28 |
| 5 | НФД | от 1 до 700 (аппаратура, транспортируемая на гусеничном транспорте) | 5 | 60x100 | 30 |
| 6 | СТЭ | от 1 до 500 (аппаратура, транспортируемая на самолете) | 6 | 160x200 | 44 |
| 7 | СТЭФ | от 1 до 300 (аппаратура, транспортируемая на железнодорожном транспорте) | 7 | 75x90 | 26 |
| 8 | СФ | от 1 до 200 (аппаратура, транспортируемая на автомобильном, дорожном транспорте, и на морских и речных судах) | 1 | 110x150 | 30 |
| 9 | НФД | от 1 до 700 (аппаратура, транспортируемая на гусеничном транспорте) | 2 | 80x130 | 24 |
| 10 | СТЭ | от 1 до 500 (аппаратура, транспортируемая на самолете) | 3 | 60x140 | 40 |
| 11 | СТЭФ | от 1 до 300 (аппаратура, транспортируемая на железнодорожном транспорте) | 4 | 50x100 | 25 |
| 12 | СФ | от 1 до 200 (аппаратура, транспортируемая на автомобильном, дорожном транспорте, и на морских и речных судах) | 5 | 80x140 | 31 |
| 13 | НФД | от 1 до 700 (аппаратура, транспортируемая на гусеничном транспорте) | 6 | 100x130 | 37 |
| 14 | СТЭ | от 1 до 500 (аппаратура, транспортируемая на самолете) | 7 | 150x180 | 49 |
| 15 | СТЭФ | от 1 до 300 (аппаратура, транспортируемая на железнодорожном транспорте) | 1 | 40x60 | 18 |

Задача №3. Оценить, возможно ли использование рассчитанной в задаче №2 толщины ПП при заданных наименьшем диаметре отверстия, классе точности и типе разъёма (данные выбрать из таблицы 4 согласно полученному варианту). Рассчитать:

- отношение заданного диаметра металлизированного отверстия к толщине ПП;
- отношение диаметра металлизированного отверстия по заданному классу точности в соответствии с ГОСТ к толщине ПП.

Оценить возможность пайки разъёма. Сделать выводы.

Таблица 4. Условия задачи №3.

| № | Наименьший диаметр отверстия, мм | Класс точности | Тип разъёма |
|----|-------------------------------------|----------------|-------------------|
| 1 | 0,6 | 1 | DS1021-1x10 SF16 |
| 2 | 0,5 | 2 | DS1021-1x10 SF116 |
| 3 | 0,4 | 3 | DS1021-1x10 SF149 |
| 4 | 0,3 | 4 | DS1021-1x10 SF11 |
| 5 | 0,2 | 5 | DS1021-1x10 SF149 |
| 6 | 0,6 | 1 | DS1021-1x10 SF16 |
| 7 | 0,5 | 2 | DS1021-1x10 SF116 |
| 8 | 0,4 | 3 | DS1021-1x10 SF11 |
| 9 | 0,3 | 4 | DS1021-1x10 SF16 |
| 10 | 0,2 | 5 | DS1021-1x10 SF116 |

| № | Наименьший диаметр отверстия, мм | Класс точности | Тип разъёма |
|----|----------------------------------|----------------|-------------------|
| 11 | 0,6 | 1 | DS1021-1x10 SF149 |
| 12 | 0,5 | 2 | DS1021-1x10 SF11 |
| 13 | 0,4 | 3 | DS1021-1x10 SF149 |
| 14 | 0,3 | 4 | DS1021-1x10 SF16 |
| 15 | 0,2 | 5 | DS1021-1x10 SF116 |

Задача №4. Определить число слоев и толщину многослойной печатной платы (МПП). Данные задачи выбрать из таблицы 5 согласно полученному варианту.

Таблица 5. Условия задачи №4.

| № | Габаритные размеры МПП, мм | Кол-во задействованных выводов ИМС, шт. | Кол-во ИМС, шт. | Коэффициент пропорциональности | Толщина экранного слоя, мм | Число сигнальных слоёв, шт. | Материал МПП | Толщина прокладки стеклоткани, мм |
|----|----------------------------|---|-----------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------------|
| 1 | 120x200 | 18 | 60 | 0,06 | 1 | 3 | ФТС-1-35А | 0,1 |
| 2 | 80x100 | 16 | 40 | 0,07 | 1,05 | 4 | ФДМЭ-2А | 0,105 |
| 3 | 120x180 | 22 | 45 | 0,06 | 1,1 | 3 | ФДМ-1А | 0,11 |
| 4 | 80x140 | 16 | 40 | 0,07 | 1,15 | 4 | СТФ-1-35 | 0,115 |
| 5 | 60x100 | 18 | 50 | 0,06 | 1,2 | 3 | ДФО-1 | 0,12 |
| 6 | 160x200 | 24 | 70 | 0,07 | 1,25 | 4 | ДФС-1 | 0,125 |
| 7 | 75x90 | 14 | 35 | 0,05 | 1,2 | 3 | СТНФ-1-35 | 0,1 |
| 8 | 110x150 | 22 | 54 | 0,06 | 1,15 | 4 | ФТС-1-35А | 0,105 |
| 9 | 80x130 | 20 | 42 | 0,07 | 1,1 | 3 | ФДМЭ-2А | 0,11 |
| 10 | 60x140 | 18 | 60 | 0,05 | 1,05 | 4 | ФДМ-1А | 0,115 |
| 11 | 50x100 | 20 | 38 | 0,06 | 1 | 3 | СТФ-1-35 | 0,12 |
| 12 | 80x140 | 24 | 44 | 0,07 | 1,25 | 4 | ДФО-1 | 0,125 |
| 13 | 100x130 | 22 | 52 | 0,06 | 1,2 | 3 | ДФС-1 | 0,1 |
| 14 | 150x180 | 24 | 68 | 0,07 | 1,15 | 4 | СТНФ-1-35 | 0,105 |
| 15 | 40x60 | 14 | 30 | 0,05 | 1,1 | 3 | ФТС-1-35А | 0,11 |

Задача №5. Проверить условие ударопрочности конструкции. Условия задачи выбрать из таблицы 6 согласно полученному варианту.

Таблица 6. Условия задачи №5.

| № | Масса ПП, гр | Масса ЭК, гр | Размеры ПП, мм | Материал ПП | Длительность удара, мс | Ускорение, м/с ² | Частота ударов, Гц | Частота собственных колебаний платы f_0 , Гц |
|---|--------------|--------------|----------------|-------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|--|
| 1 | 117 | 36 | 120x200 | СФ | 5 | 92 | 40 | 290 |
| 2 | 123 | 22 | 80x100 | СТЭФ | 5,5 | 94 | 50 | 297 |

| № | Масса ПП, <i>гp</i> | Масса ЭК, <i>гp</i> | Размеры ПП, <i>мм</i> | Материал ПП | Длительно сть удара, <i>мс</i> | Ускоре ние, <i>м/с²</i> | Частота ударов, <i>Гц</i> | Частота собственных колебаний платы f_0 , <i>Гц</i> |
|----|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------------------|--|---------------------------------|--|
| 3 | 124 | 32 | 120x180 | СТЭ | 6 | 96 | 60 | 314 |
| 4 | 125 | 28 | 80x140 | НФД | 6,5 | 98 | 70 | 321 |
| 5 | 134 | 30 | 60x100 | ФТС-1-35А | 7 | 100 | 80 | 328 |
| 6 | 146 | 44 | 160x200 | ФДМЭ-2А | 7,5 | 102 | 90 | 335 |
| 7 | 162 | 26 | 75x90 | ФДМ-1А | 8 | 104 | 100 | 342 |
| 8 | 147 | 30 | 110x150 | СТФ-1-35 | 8,5 | 103 | 110 | 349 |
| 9 | 139 | 24 | 80x130 | ДФО-1 | 9 | 101 | 120 | 356 |
| 10 | 121 | 40 | 60x140 | ДФС-1 | 9,5 | 99 | 115 | 363 |
| 11 | 111 | 25 | 50x100 | СТНФ-1-35 | 10 | 97 | 105 | 370 |
| 12 | 109 | 31 | 80x140 | СТЭ | 9,75 | 95 | 95 | 377 |
| 13 | 86 | 37 | 100x130 | НФД | 8,75 | 93 | 85 | 384 |
| 14 | 94 | 49 | 150x180 | СТНФ-1-35 | 7,75 | 98,5 | 75 | 391 |
| 15 | 85 | 18 | 40x60 | ФТС-1-35А | 6,75 | 99 | 65 | 398 |

Раздел 7. Методы анализа точности производства и стабильности технологических процессов.

Раздел 8. Оптимизация технологических процессов и использование САПР.

Раздел 9. Приемочный контроль и испытания ЭВМ.

Домашнее задание № 3. «Анализ параметров производства радиоэлектронной аппаратуры»

Варианты 1-15.

Примечание к условиям задачи №1. Рисунок 1 не имеет отношения к производимому расчёту. Сопутствующие в источниках объяснения относятся к ситуации, примерно соответствующей схеме, изображённой на рис. 2.

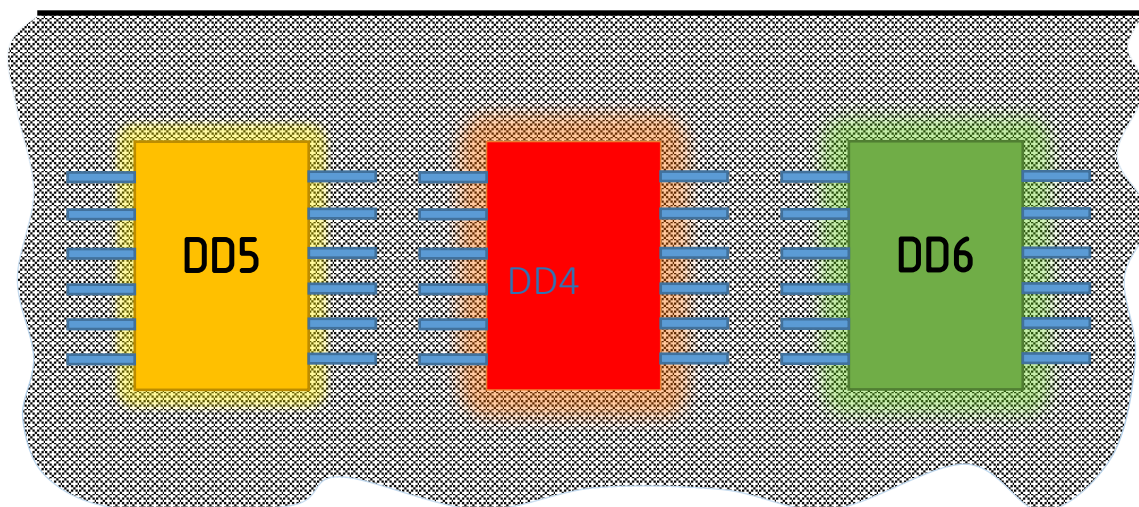


Рис. 2. Примерная схема для задачи №1 задания 3.

Все элементы DD4-DD6 нагреваются, но сильнее всех нагревается DD4, потому что его ещё греют соседи, находящиеся достаточно близко. У DD5 на рисунке может быть больше соседей со своей стороны, чем у DD6, и поэтому даже если сами микросхемы идентичны, температуры у всех будут разными. Если рассчитать температуру для наихудшего случая DD4 и показать, что она не выходит за пределы разрешённой, то можно утверждать, что вся схема на печатной плате не перегревается и не нуждается в дополнительном охлаждении.

Задача №2. Провести тепловой расчёт блока электронного изделия в герметизированном корпусе, сделать выводы о наличии или отсутствии необходимости применения вентиляции.

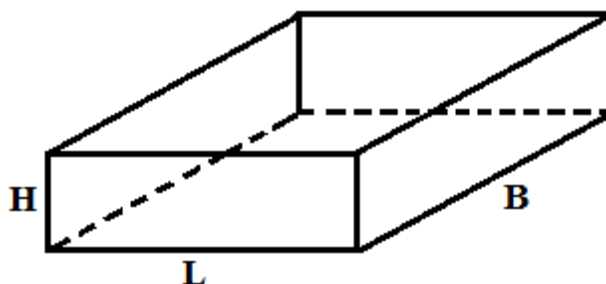


Рис. 3. Геометрические параметры корпуса блока электронного изделия.

В табл. 2 приведены варианты, различные по габаритным размерам корпуса (рисунок 3), виду материала поверхности корпуса, максимальной температуре внутри блока T_{max} , °C, максимальной рассеиваемой мощности внутри блока P , Вт, коэффициенту заполнения корпуса блока модулями K_z , эмпирическому коэффициенту A_2 , который зависит от физических свойств теплоносителя, его температуры и характера движения.

Таблица 2. Условия задачи №2.

| № | Ширина корпуса, мм | Глубина корпуса, мм | Высота корпуса, мм | Материал поверхности корпуса | $T_{max}, ^\circ\text{C}$ | $P, \text{Вт}$ | K_z | A_2 |
|----|--------------------|---------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------|----------------|-------|-------|
| 1 | 240 | 230 | 70 | Алюминиевая краска | 61 | 15 | 0,8 | 1,35 |
| 2 | 245 | 220 | 80 | Бронзовая краска | 62 | 14 | 0,82 | 1,37 |
| 3 | 250 | 215 | 85 | Дюралюминий Д-16 | 63 | 13 | 0,84 | 1,38 |
| 4 | 255 | 210 | 90 | Железо | 64 | 12 | 0,86 | 1,39 |
| 5 | 260 | 205 | 95 | Ковар | 65 | 11 | 0,88 | 1,41 |
| 6 | 265 | 200 | 100 | Лак белый | 61 | 15 | 0,90 | 1,43 |
| 7 | 270 | 235 | 65 | Лак черный | 62 | 14 | 0,92 | 1,45 |
| 8 | 275 | 245 | 60 | Латунь листовая прокатанная | 63 | 13 | 0,94 | 1,49 |
| 9 | 280 | 250 | 55 | Медь окисленная | 64 | 12 | 0,96 | 1,51 |
| 10 | 285 | 255 | 50 | Медь полированная | 65 | 11 | 0,93 | 1,53 |
| 11 | 290 | 260 | 80 | Муар черный | 61 | 15 | 0,91 | 1,55 |
| 12 | 295 | 265 | 85 | Олово (луженое железо) | 62 | 14 | 0,89 | 1,57 |
| 13 | 300 | 270 | 90 | Силумин | 63 | 13 | 0,87 | 1,60 |
| 14 | 235 | 275 | 95 | Сталь окисленная | 64 | 12 | 0,85 | 1,62 |
| 15 | 230 | 280 | 100 | Цинк полированный | 65 | 11 | 0,83 | 1,36 |

Дополнительные общие условия: максимальная температура окружающей среды $T_{oc}=313 \text{ К}$. Значения степени черноты поверхности корпуса ε приведены в табл. 3.

Таблица 3. Степени черноты различных поверхностей.

| Материал | Степень черноты | Материал | Степень черноты |
|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| Алюминиевая краска | 0,28 | Латунь матовая тусклая | 0,22 |
| Алюминиевая фольга | 0,09 | Медь окисленная | 0,60 - 0,70 |
| Алюминий грубополированный | 0,18 | Медь полированная | 0,02 |
| Алюминий полированный | 0,04 - 0,06 | Шеллак черно-матовый | 0,91 |
| Бронза полированная | 0,16 | Олово (луженое железо) | 0,07 - 0,09 |
| Бронзовая краска | 0,51 | Резина | 0,86 - 0,95 |
| Дюралюминий Д-16 | 0,37 - 0,41 | Окиси металлов | 0,40 - 0,80 |
| Железо | 0,14 - 0,38 | Стальное литье полированное | 0,52 - 0,56 |
| Ковар | 0,80 - 0,85 | Сталь окисленная | 0,80 |
| Краски эмаливые | 0,92 | Стекло | 0,90 - 0,94 |
| Лак белый | 0,80 - 0,98 | Титан | 0,63 |
| Лак черный | 0,80 - 0,96 | Фарфор глазурованный | 0,92 |
| Латунь листовая прокатанная | 0,06 | Цинк | 0,23 - 0,27 |

Задача №3. Провести расчёт надёжности функциональной ячейки (ФЯ) и сделать вывод, удовлетворяет ли ФЯ требованиям технического задания.

В табл. 4 приведены варианты задания, различные по ожидаемому сроку наработки на отказ $T_{ср}$, часов, номиналу и количеству элементов ФЯ и условиям эксплуатации.

На рис. рис. 4-7 приведены графики для расчёта поправочного коэффициента $\alpha_i(T, k_n)$ в зависимости от температуры T и коэффициента нагрузки k_n . Напоминание: при уже известной форме графического отображения функции её можно (и нужно) использовать для нахождения ординаты точки по известной абсциссе и наоборот.

| № | Т _{ср} , час | Серия м-схем, шт. | Температура для всех ЭК, | Кол-во металл-ых отверстий, шт. | Разъем, кол-во, кол-во контактов, шт. | Условия эксплуатации | Отн. влажность, %, высота над ур. моря, км. | |
|-----|-----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------|---|-----------|
| 1. | 55 000 | K555, 10 | 47 | 49 | СНП17, 1,52 | Лабораторные | 68, 1 | |
| 2. | 56 000 | K101, 8 | 48 | 48 | ГРПМШ1, 2,46 | Стационарные | 70, 2 | |
| 3. | 57 000 | KP127, 6 | 49 | 47 | СНО, 1, 64 | Полевые | 90, 3 | |
| 4. | 58 000 | K580, 4 | 50 | 46 | РПН10, 2,36 | Корабельные | 94, 2 | |
| 5. | 59 000 | K145, 5 | 51 | 45 | ГРПМ, 1,32 | Автомо-ные | 69, 7 | |
| 6. | 60 000 | KP140, 7 | 47 | 44 | РСТВ, 4, 10 | Железно-ные | 92, 9 | |
| 7. | 61 000 | K174, 9 | 48 | 43 | СШР, 3, 60 | Самолетные | 88, 15 | |
| 8. | 62 000 | K124, 12 | 49 | 42 | РПС, 4, 15 | Лабораторные | 64, 2 | |
| 9. | 63 000 | K237, 11 | 50 | 41 | РПН7, 4,15 | Стационарные | 60, 1 | |
| 10. | 74 000 | K224, 10 | 51 | 40 | ГРППЗ, 2, 46 | Полевые | 75, 3 | |
| 11. | 75 000 | K538, 9 | 47 | 39 | РТФ, 2, 14 | Корабельные | 90, 2 | |
| 12. | 76 000 | K161, 8 | 48 | 38 | СНП, 2, 58 | Автомо-ные | 73,4 | |
| 13. | 67000 | KP513, 7 | 49 | 37 | РППМ17, 3, 52 | Железно-ные | 78, 6 | |
| 14. | 68 000 | K155, 16 | 50 | 36 | СНЦ22, 4, 22 | Самолетные | 86, 8 | |
| 15. | 69 000 | KP521, 9 | 51 | 35 | СНП, 2, 60 | Лабораторные | 61, 1 | |
| № | Конденсатор, шт. | Паяное соединение, шт. | Печ-ый проводник, шт. | Плата, шт. | Диоды, шт. | Переключатель, шт. | Резистор, шт. | Реле, шт. |
| 1. | K10-17, 10 | с печатным монтажом, 171 | 250 | 2 | 2Д102, 1 | ПДМ1, 2 | МЛТ, 8 | РБП |
| 2. | K50-35, 11 | с объемным монтажом, 190 | 310 | 1 | 2Д103,2 | ПГ39, 1 | МТ, 9 | РНЕ |
| 3. | K10-19, 12 | с печатным монтажом, 125 | 266 | 3 | 2Д104,3 | ПП9, 2 | ОМЛТ, 11 | РКМП |
| 4. | K10-26, 13 | с объемным монтажом, 175 | 278 | 2 | КД105,4 | 11ПКМ49-1, 2 | ПЭ, 12 | РМУГ |
| 5. | K10-38, 14 | с печатным монтажом, 163 | 299 | 1 | 2Д123,5 | ВДМ3, 2 | ПЭВТ, 14 | РПА |
| 6. | K15-4, 15 | с объемным монтажом, 144 | 246 | 3 | 2Д204, 1 | ВДМ5, 2 | Р1-4, 16 | РПВ2 |
| 7. | K15-13, 16 | с печатным монтажом, 210 | 268 | 2 | 2Д210, 2 | МПН-1, 3 | РП1-46, 8 | РЭН29 |
| 8. | K21-7, 18 | с объемным монтажом, 189 | 286 | 1 | 2Д212,3 | МПВ-1-1 | С2, 15 | РЭС9 |
| 9. | K26-4, 20 | с печатным монтажом, 211 | 301 | 3 | 2Д213,4 | П2ГЗ, 2 | СП, 14 | РЭС15 |
| 10. | K31-14, 21 | с объемным монтажом, 150 | 317 | 2 | КД226,5 | ПГ2, 2 | МЛТ, 11 | РЭС22 |
| 11. | K42-18, 23 | с печатным монтажом, 233 | 296 | 1 | 2Д219,1 | ПГ43, 3 | МТ, 13 | РЭС32 |
| 12. | K70-6, 24 | с объемным монтажом, 189 | 275 | 3 | 2Д245,2 | ПКИ, 2 | ОМЛТ, 7 | РЭС39 |
| 13. | K73-31, 25 | с печатным монтажом, 222 | 268 | 2 | КД209,3 | ПП11, 1 | ПЭ, 15 | РЭС43 |
| 14. | K77-4, 26 | с объемным монтажом, 186 | 254 | 1 | 2Д231,4 | ПП21, 1 | ПЭВТ, 9 | РЭС49 |
| 15. | K75-54, 18 | с печатным монтажом, 169 | 288 | 3 | 2Д251,5 | ПР2, 2 | Р1-4, 16 | РЭС55 |

Таблица 4. Условия задачи №3.

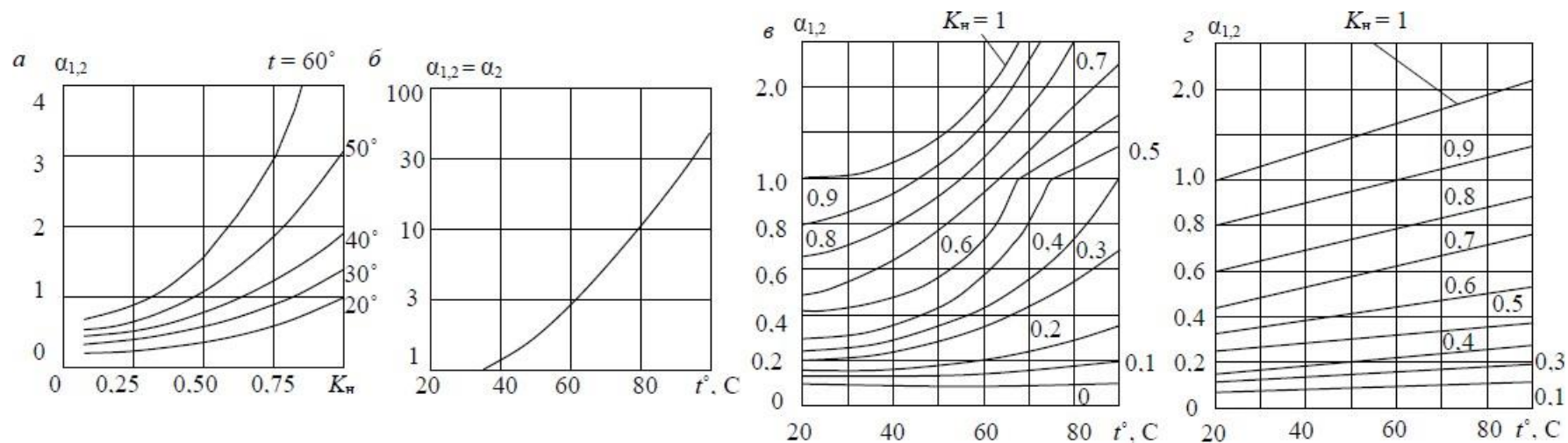


Рисунок 4 – Обобщенные зависимости поправочного коэффициента от температуры и коэффициента нагрузки: а) для контактных элементов (разъемов, реле, переключателей и т.п.); б) для соединений пайкой; в) для резисторов типов МЛТ и ОМЛТ; г) для переменных проволочных резисторов

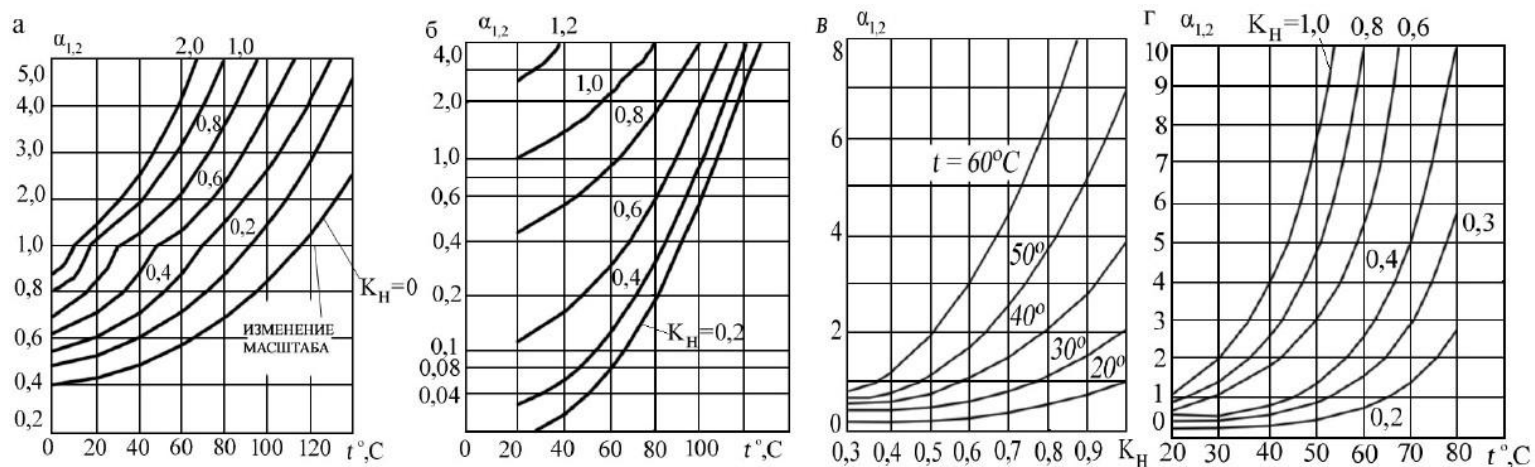


Рисунок 5 – Обобщённые зависимости поправочного коэффициента от температуры и коэффициента нагрузки: а) для резисторов; б) - для неполярных конденсаторов; в) для изделий, имеющих обмотки; г) для электролитических конденсаторов

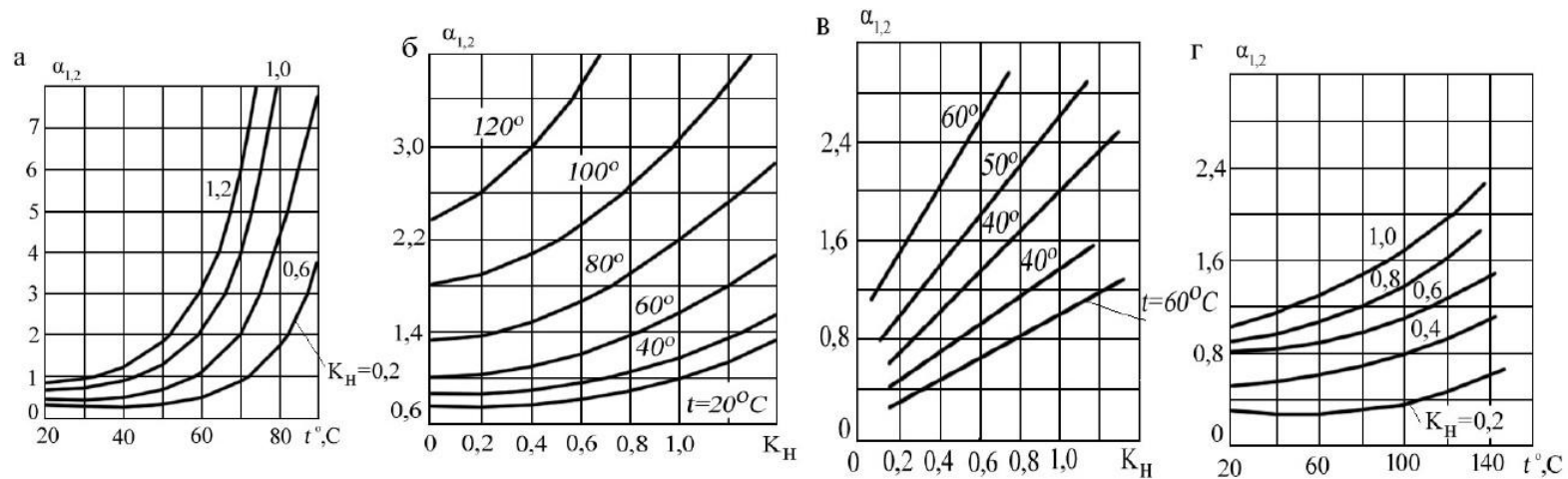


Рисунок 6 – Обобщённые зависимости поправочного коэффициента от температуры и коэффициента нагрузки для полупроводниковых приборов: а) германиевых диодов; б) кремниевых диодов; в) германиевых транзисторов; г) кремниевых транзисторов

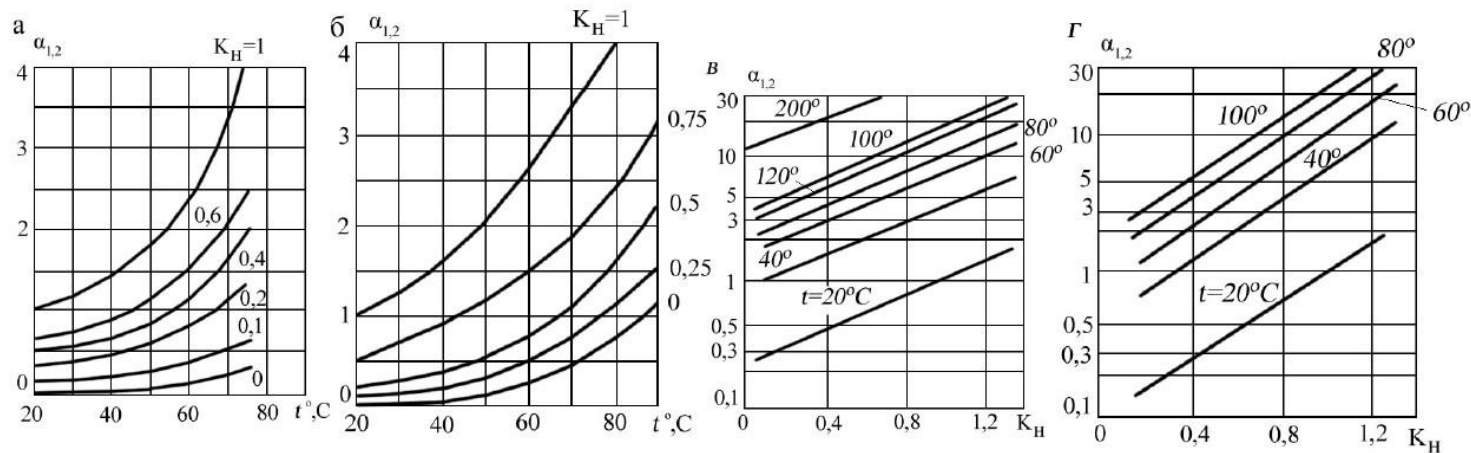


Рисунок 7 – Обобщённые зависимости поправочного коэффициента от температуры и коэффициента нагрузки: а) для кремниевых высокочастотных транзисторов; б) для германиевых высокочастотных транзисторов; в) для полупроводниковых цифровых интегральных микросхем; г) для полупроводниковых линейно-импульсных интегральных микросхем

В табл. 5 приведены значения поправочных коэффициентов для других случаев.

Таблица 5. Значения поправочных коэффициентов.

| Значения поправочных коэффициентов, учитывающих влияние механических воздействий | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Условия эксплуатации | | Значение коэффициента | |
| Лабораторные | | 1,00 | |
| Стационарные | | 1,07 | |
| Полевые | | 1,07 | |
| Корабельные | | 1,37 | |
| Автомобильные | | 1,46 | |
| Железнодорожные | | 1,57 | |
| Самолетные | | 1,65 | |
| Значения поправочных коэффициентов, учитывающих влияние относительной влажности | | | |
| Относительная влажность | | Значение коэффициента | |
| 60...70% при t = 20...40 °C | | 1,00 | |
| 90...98% при t = 20...25 °C | | 2,00 | |
| 90...98% при t = 30...40 °C | | 2,50 | |
| Значения поправочных коэффициентов, учитывающих атмосферное давление (высоту над уровнем моря) | | | |
| Высота, км | Значение коэффициента | Высота, км | Значение коэффициента |
| 0...1 | 1,00 | 5...6 | 1,16 |
| 1...2 | 1,05 | 6...8 | 1,20 |
| 2...3 | 1,10 | 8...10 | 1,25 |
| 3...5 | 1,14 | 10...15 | 1,30 |

Некоторые значения интенсивности отказов для различных типов элементов можно увидеть в таблице 6.

Таблица 6. Интенсивность отказов по типам элементов.

| № | Элемент | Обозначение | $\lambda_{от} \cdot 10^{-6}, 1/ч$ | Кол-во, шт. |
|---|--|--|-----------------------------------|-------------|
| 1 | Резисторы: С2-33Н-0,25; С2-33Н-0,5; С2-33Н-2 | $\lambda_{0.R1}; \lambda_{0.R2}; \lambda_{0.R3}$ | 0,087 | 25; 12; 3 |
| 2 | Диоды: 2Д522Б; 2Д106А | $\lambda_{0.vd1}; \lambda_{0.vd2}$ | 0,2 | 7; 3 |
| 3 | Конденсаторы: К10-17 | $\lambda_{0.ос1}$ | 0,04 | 8 |
| 4 | Реле РЭС80 | $\lambda_{0.ок1}$ | 2 | 13 |
| 5 | Печатная плата | $\lambda_{0.пп}$ | 0,7 | 1 |
| 6 | Паяное соединение | $\lambda_{0.ом}$ | 0,01 | 300 |
| 7 | Микросхемы | $\lambda_{0.имс}$ | 0,013 | 3 |
| 8 | Соединитель | $\lambda_{0.соед}$ | 0,062х96 | 1 |

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

по дисциплине

«Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ»

Раздел 1. Организация проектирования средств вычислительной техники.

Раздел 2. Основные нормы ЕСКД и ЕСТД.

Лабораторная работа № 1. «Создание библиотек электрических компонентов и посадочных мест в среде проектирования KiCAD».

Вопросы к лабораторной работе:

1. Поясните назначение САПР KiCAD. Назовите её аналоги. Какое место САПР KiCAD и её аналоги занимают в процессе разработки радиоэлектронной аппаратуры?
2. Что такое «электрический компонент»? Что такое «электрическая схема» и каково её место в процессе разработки радиоэлектронной аппаратуры? Какие документы задают правила изображения электрических компонентов в Российской Федерации и за рубежом? Приведите пример различия (можно бывшего).
3. Что такое «посадочное место»? Как посадочные места отображают на чертеже печатной платы? Какие документы задают правила изображения посадочных мест в Российской Федерации и за рубежом? Приведите пример различия (можно бывшего).
4. Что такое «библиотека» электрических компонентов или посадочных мест в среде проектирования KiCAD? Почему такие библиотеки необходимы в процессе проектирования радиоэлектронной аппаратуры? В чем состоит отличие подхода к библиотекам электрических компонентов и посадочных мест в САПР KiCAD и Altium Designer?
5. Как задать библиотеку электрических компонентов в среде проектирования KiCAD? Поясните процедуру по шагам.
6. Как перенести изображение электрического компонента в среде проектирования KiCAD из одной библиотеки в другую? Поясните процедуру по шагам.
7. Как задать библиотеку посадочных мест в среде проектирования KiCAD? Поясните процедуру по шагам.
8. Как перенести изображение посадочного места в среде проектирования KiCAD из одной библиотеки в другую? Поясните процедуру по шагам.

Раздел 3. Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры.

Лабораторная работа № 2. «Создание изображения электрического элемента и посадочного места к нему в среде проектирования KiCAD».

Вопросы к лабораторной работе:

1. Как приступить к созданию нового изображения электрического элемента в среде проектирования KiCAD в новой библиотеке электрических компонентов для отдельно взятого проекта? Поясните процедуру по шагам.
2. Какие графические примитивы доступны пользователю при рисовании изображения нового электрического компонента?
3. Какие свойства вывода электрического компонента доступны к отображению в среде проектирования KiCAD?
4. Какие свойства электрического компонента доступны для редактирования в среде проектирования KiCAD?
5. Как приступить к созданию нового изображения посадочного места в среде проектирования KiCAD в новой библиотеке посадочных мест для отдельно взятого проекта? Поясните процедуру по шагам.
6. Какие графические примитивы доступны пользователю при рисовании изображения нового посадочного места?

7. Какие свойства посадочного места доступны для редактирования в среде проектирования KiCAD?
8. Как создать посадочное место для микросхемы с помощью мастера в среде проектирования KiCAD? Поясните процедуру по шагам.

Раздел 6. Технология сборочно-монтажных работ на производстве ЭВМ.

Лабораторная работа № 3. «Построение изображения электрической схемы согласно требованиям ГОСТ в среде проектирования KiCAD»»

Вопросы к лабораторной работе:

1. Как объявить новую электрическую схему в выполняемом проекте в среде проектирования KiCAD? Поясните процедуру по шагам.
2. Как задать нужную основную надпись согласно правилам ГОСТ для чертежа электрической схемы в выполняемом проекте в среде проектирования KiCAD? Поясните процедуру по шагам, как в случае импорта, так и в случае самостоятельного рисования.
3. Как установить единичный электрический компонент на электрической схеме в среде проектирования KiCAD? Поясните процедуру по шагам.
4. Как соединить два электрических компонента на электрической схеме в среде проектирования KiCAD? Поясните процедуру по шагам?
5. Каких правил надо придерживаться при ручной расстановке электрических компонентов на электрической схеме в среде проектирования KiCAD?
6. Как проверить введенную электрическую схему на ошибки в среде проектирования KiCAD? Что такое Electrical Rules Check? Как читать отчетный файл ERC в среде проектирования KiCAD?
7. Что такое Netlist в среде проектирования KiCAD, когда и зачем его надо создавать? Поясните процедуру создания Netlist по шагам. В каких форматах может присутствовать Netlist, зачем они нужны?
8. Как сохранить полученную электрическую схему в среде проектирования KiCAD? В каких форматах её можно экспортировать из среды проектирования KiCAD? Поясните процедуру экспорта электрической схемы в формате .pdf по шагам.

Раздел 8. Оптимизация технологических процессов и использование САПР в проектировании печатных плат.

Лабораторная работа № 4. «Построение изображения печатной платы согласно требованиям ГОСТ в среде проектирования KiCAD»»

Вопросы к лабораторной работе:

1. Как объявить новый чертёж печатной платы в выполняемом проекте в среде проектирования KiCAD? Поясните процедуру по шагам.
2. Как сопоставить изображениям электрических компонентов изображения посадочных мест в среде проектирования KiCAD?
3. Назовите основные правила размещения посадочных мест на печатной плате?
4. Как разработать контур печатной платы?
5. Как выполняется трассировка печатной платы?
6. Как разрабатывается печатная зона?
7. Что такое DRC?
8. Как формируется визуальное представление и фотошаблон?
9. Как сохранить полученный чертёж печатной платы в среде проектирования KiCAD? В каких форматах его можно экспортировать из среды проектирования KiCAD? Поясните процедуру чертежа печатной платы в формате .pdf по шагам.