

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В. И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
кафедра РЭС

ОТЧЕТ
по практической работе
по дисциплине «Инженерный дизайн РЭС»
Тема: УСП

Студент гр. 1181

Шишков Д. А.

Преподаватель

Нестеров А. В.

Санкт-Петербург

2025

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

3D – трехмерный

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика

ДПП – двусторонняя печатная плата

КД – конструкторский документ

КП – контактная площадка

МПП – многослойная печатная плата

ОПП – односторонняя печатная плата

ПП – плата печатная

СВЧ – сверхвысокие частоты

УГО – условное графическое обозначение

ФВЧ – фильтр верхних частот

1. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

1.1. Список вопросов

1. Как записывается материал для ОПП, ДПП и МПП?
2. Что записывают в графы «Обозначение», «Разработал» и «Изготовил» удостоверяющего листа?
3. Для чего используется «пин» при создании УГО?
4. Как поступают, когда длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок?
5. Что такое стандартное изделие?
6. Достоинства и недостатки схемы защиты от переплюсовки на последовательно включенном с нагрузкой диоде.
7. Что такое ФВЧ? Изобразите его АЧХ.
8. Если микросхема аттенюатора позволяет задавать ослабления сигнала от 0 до 15 дБ с шагом 1 дБ, то сколько у нее управляющих выводов?
9. Как рассчитать емкость простейшего плоского конденсатора?
10. Что такое ImmSn? Как выглядит? Особенности, применение.
11. Достоинства и недостатки HASL.
12. Что такое температурный коэффициент сопротивления?
13. Что такое линия передачи? Укажите стандарт, в котором дано определение.
14. В каких случаях на группу изделий можно выполнить КД групповым или базовым способом?
15. Как в перечень элементов записать элементы одного типа с одинаковыми параметрами и последовательными порядковыми номерами?
16. Приведите пример группового сборочного чертежа, в котором составные части различаются данными, не влияющими на изображение. Предположите причину такого различия.

17. Приведите несколько примеров команд расширенных кодов, используемых в файлах формата Gerber.
18. Достоинства и недостатки OSP.
19. Что такое шум-фактор и коэффициент шума?
20. Особенности порядкового регистрационного номера изделия по объектно-ориентированному способу обозначения изделий и КД.
21. Особенности собственных полупроводников.
22. Что обеспечивают припои? В каких видах они выпускаются?
23. Что такое «отверстие» по ГОСТ 25346–89? Приведите пример.
24. Почему не рекомендуется размещать полигоны вплотную к краю ПП?
25. Основные требования, предъявляемые к материалам основания ПП.
26. Перечислите три вида монтажа.
27. Что такое «режим контекстного редактирования» в КОМПАС-3D?
28. Опишите возможные варианты нанесения жидкой паяльной маски.
29. Что такое ядро и препрег?
30. Как записать в спецификацию изделия, отличающиеся размерами и примененными по одному и тому же документу?

1.2. Ответы на вопросы

1.2.1. Как записывается материал для ОПП, ДПП и МПП?

Материалы ОПП и ДПП записываются в основную надпись чертежа в графу под наименованием изделия. Материалы МПП записываются в специальный раздел «Материалы» с указанием их размеров и количества слоев или в раздел «Детали» как детали без чертежа.

1.2.2. Что записывают в графы «Обозначение», «Разработал» и «Изготовил» удостоверяющего листа?

В графе «Обозначение» – обозначение документов (документа), на которые распространяется удостоверяющий лист. В графе «Разработал» –

фамилии и подписи лиц (лица), разработавшего документ (группу документов), указанный в графе «Обозначение», и несущих ответственность за правильность технического решения в этих документах (исходных данных), и дату подписания. В графе «Изготовил» – фамилию и подпись лица, изготовившего (получение и контроль) оригинал документа (группу документов) на носителе данных для передачи в СТД, и дату подписания

1.2.3. Для чего используется «пин» при создании УГО?

Для осуществления связи с КП в посадочном месте и подключения линии связи к УГО на схеме.

1.2.4. Как поступают, когда длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок?

Размерную линию продолжают за выносные линии (или соответственно за контурные, осевые, центровые и т. д.) и зеркально разворачивают относительно выносной линии.

1.2.5. Что такое стандартное изделие?

Это изделие, примененные по международным, межгосударственным и национальным стандартам, стандартам организаций (например, для вспомогательного производства) и отраслевым стандартам (для ранее разработанных изделий). Стандарт полностью определяет его конструкцию, показатели качества, методы контроля, правила приемки и поставки.

1.2.6. Достоинства и недостатки схемы защиты от переполюсовки на последовательно включенном с нагрузкой диоде.

Достоинства:

- большое максимальное обратное напряжение;
- не требуется как в схемах с параллельными диодами устанавливать плавкий предохранитель, который потребует замены при выходе из строя, вызванном неправильной полярностью входного напряжения.

Недостатки:

- потеря части входного напряжения;

– при больших токах, потребляемых устройством, на диоде будет рассеиваться большая мощность, т. е. он будет сильно греться;

– в отличие от схемы с диодным мостом, при неправильной полярности входного напряжения на нагрузку не поступит напряжение правильной полярности.

1.2.7. Что такое ФВЧ? Изобразите его АЧХ.

ФВЧ – фильтр, подавляющий в спектре сигнала все компоненты с частотой от 0 до частоты среза (F_c). Спектральные составляющие сигнала выше этой частоты пропускаются без искажений. АЧХ идеального ФВЧ приведена на рис. 1.

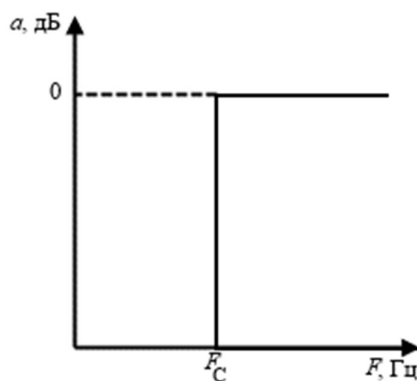


Рис. 1

1.2.8. Если микросхема аттенюатора позволяет задавать ослабления сигнала от 0 до 15 дБ с шагом 1 дБ, то сколько у нее управляющих выводов?

В сетке от 0 до 15 с шагом 1 16 значений. Для кодирования 16 значений двумя логическими уровнями требуются $\log_2(16) = \log_2(2^4) = 4$ управляющих вывода.

1.2.9. Как рассчитать емкость простейшего плоского конденсатора?

По следующей формуле:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d},$$

где ϵ_0 – электрическая постоянная, $= 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; ϵ_r – относительная диэлектрическая проницаемость материала между обкладками; S – площадь пластины, м²; d – расстояние между пластинами, м.

1.2.10. Что такое ImmSn? Как выглядит? Особенности, применение.

ImmSn (Immersion Sn) – иммерсионное олово. Это один из основных вариантов финишного покрытия.

Толщина в диапазоне 0,8...1,2 мкм. Внешне представляет из себя белое оловянное покрытие на КП и переходных отверстиях, не покрытых паяльной маской.

В отличие от ImmAg, требуется более длительная выдержка в ванне для оловянирования (10–15 мин.), что удлинит конвейерную линию и удорожает процесс.

Из-за ограниченного срока жизни данное покрытие не следует применять для ПП, монтаж которых может быть отложен на более чем 2–3 месяца. ImmSn также не следует применять для монтажа с содержащими свинец припоями, поскольку рабочей температуры такого монтажа не хватит для активации покрытия и полного его расплавления.

1.2.11. Достоинства и недостатки HASL.

Достоинства:

- длительный срок хранения (около 12 мес.);
- отличная паяемость;
- широкий температурный диапазон при монтаже;
- возможность неоднократной повторной пайки;
- широко известное и наиболее часто применяемое покрытие;
- невысокая стоимость покрытия.

Недостатки:

- неровная поверхность, наплывы;

- плохо подходит для SMD-компонентов с шагом выводов менее 0,5 мм и BGA (Ball Grid Array – тип корпуса SMD-компонента, выводы которого представляют собой массив шариков из припоя, нанесенных на КП с нижней стороны микросхемы), так как облуживание может приводить к образованию перемычек и проблемам с толщиной покрытия;

- содержит свинец – вредный фактор для экологии и персонала, не соответствует директиве RoHS;

- в процессе нанесения покрытия ПП получает сильный термоудар (235–245 °C), что может приводить к избыточному короблению (деформации).

1.2.12. Что такое температурный коэффициент сопротивления?

Это величина, равная отношению изменению электрического сопротивления при изменении температуры на единицу (градус Цельсия или Кельвина).

1.2.13. Что такое линия передачи? Укажите стандарт, в котором дано определение.

Это устройство, ограничивающее область распространения электромагнитных колебаний и направляющее поток электромагнитной СВЧ-энергии в заданном направлении. Определение установлено в ГОСТ 18238–72.

1.2.14. В каких случаях на группу изделий можно выполнить КД групповым или базовым способом?

Если изделия обладают общими конструктивными признаками, но имеют некоторые отличия. Например:

- сходная конструкция при различной конфигурации, различном расположении или разном количестве некоторых составных частей или конструктивных элементов;

- одинаковая конструкция при различных параметрах, материалах, покрытиях и др.;

– одинаковая конструкция при различных размерах.

Их можно выполнять на группу изделий, которые имеют одинаковое наименование и классификационные характеристики.

1.2.15. Как в перечень элементов записать элементы одного типа с одинаковыми параметрами и последовательными порядковыми номерами?

Допускается записывать в перечень в одну строку. В графу «Поз. Обозначение» вписываются граничные порядковые номера (например, R5–R8). В графу «Кол.» – общее количество таких элементов.

1.2.16. Приведите пример группового сборочного чертежа, в котором составные части различаются данными, не влияющими на изображение. Предположите причину такого различия.

На рис. 2 приведен пример группового чертежа, где меняется только масса составной части, что не влияет на изображение. Необходимость в КД на такие изделия может быть вызвана применением материалов различной плотности, что при одинаковых размерах дает разную массу.

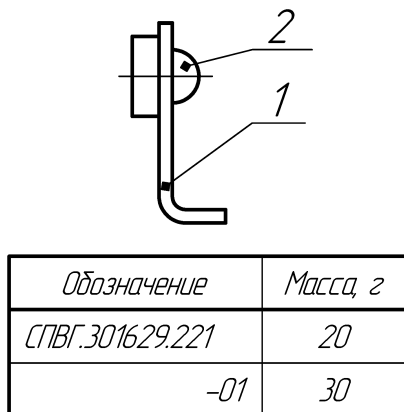


Рис. 2

1.2.17. Приведите несколько примеров команд расширенных кодов, используемых в файлах формата Gerber.

MO – устанавливает единицы измерения;

LP – устанавливает тип полярности объектов, чередованием которых можно нарисовать сложное изображение;

FS – устанавливает формат и режим координат, а также способ подавления нулей;

AD – создает апертуру, присваивая ей номер, имя и параметры;

AM – создает макрос для апертуры сложной формы.

1.2.18. Достоинства и недостатки OSP.

Достоинства:

- высокая планарность поверхности;
- подходит для компонентов с малым шагом выводов;
- экологически чистый техпроцесс;
- ППП обрабатываются при низких температурах (менее 45 °С) и не подвергаются излишнему термоудару;
- самое недорогое покрытие.

Недостатки:

- требует осторожного обращения;
- ограниченное число термических циклов;
- сложный контроль качества покрытия и электроконтроль;
- ограниченный срок хранения.

1.2.19. Что такое шум-фактор и коэффициент шума?

Шум-фактор (F) и коэффициент шума характеризуют ухудшение соотношения сигнал/шум. Численно шум-фактор равен отношению полной мощности шумов на выходе устройства к выходной мощности такого же, но не шумящего устройства при условии, что единственный источник входного шума – тепловой шум согласованного сопротивления, находящегося при температуре 290 К:

$$F = \frac{S_{in} / N_{in}}{S_{out} / N_{out}} = \frac{N_{out}}{K \cdot N_{in}} = \frac{N_a + K \cdot N_{in}}{K \cdot N_{in}} = \frac{N_a}{K \cdot N_{in}} + 1,$$

где S_{in} и S_{out} – мощность сигнала на входе и выходе устройства соответственно, Вт; N_{in} и N_{out} – мощность шума на входе и выходе устройства

соответственно, Вт; K – коэффициент передачи по мощности, разы; N_a – мощность собственных шумов, Вт.

Коэффициент шума (NF) – это шум-фактор в децибелах:

$$NF = 10 \lg F .$$

1.2.20. Особенности порядкового регистрационного номера изделия по объектно-ориентированному способу обозначения изделий и КД.

В отличие от обезличенного метода, объектно-ориентированный предполагает назначение порядкового регистрационного номера в рамках выделенной составной части (предыдущей группы знаков) или конечного изделия в целом, а не последовательно в рамках изделий с одной классификационной характеристикой. Благодаря этому легче определить составную иерархию изделий.

Также количество знаков может быть не только увеличено, но и уменьшено.

1.2.21. Что обеспечивают припои? В каких видах они выпускаются?

В расплавленном состоянии они обеспечивают хорошее смачивание соединяемых поверхностей, тягучесть и достаточно прочное механическое соединение деталей после остывания.

Выпускаются в виде литых чушек, прутков, проволоки или тонкой трубки, содержащей для облегчения пайки наполнитель аналогичный флюсу.

1.2.22. Особенности собственных полупроводников.

В собственных полупроводниках при температурах выше абсолютного нуля из-за теплового возбуждения есть свободные электроны (носители отрицательного заряда) и дырки (носители положительного заряда) в одинаковом количестве, т. е. кристалл остается электрически нейтральным. С повышением температуры собственная проводимость увеличивается.

1.2.23. Что такое «отверстие» по ГОСТ 25346–89? Приведите пример.

Отверстие – термин, условно применяемый для обозначения внутренних элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Например:

- отверстие втулки под вал;
- облегчающее, для уменьшения веса конструкции.

1.2.24. Почему не рекомендуется размещать полигоны вплотную к краю ПП?

При фрезеровке отрывается медь, а медные заусенцы могут попасть на ПП (рис. 3).



Рис. 3

1.2.25. Основные требования, предъявляемые к материалам основания ПП.

- способность сохранять форму и линейные размеры в различных климатических условиях и в процессе эксплуатации;
- чистота обработки поверхностей;
- допуск на размеры по толщине;
- состав (однородность);
- теплопроводность;
- электропроводность;
- относительная диэлектрическая проницаемость (ϵ_r);
- тангенс угла диэлектрических потерь ($\tan \delta$).

1.2.26. Перечислите три вида монтажа.

- ручной монтаж (сборка осуществляется вручную);
- автоматический монтаж (установкой и запайкой всех компонентов занимается непосредственно станок);

– полуавтоматический монтаж (часть работы выполняется в автоматическом режиме, а часть – в ручном).

1.2.27. Что такое «режим контекстного редактирования» в КОМПАС-3D?

Режим, используемый для создания и редактирования 3D-модели в составе сборки. При этом редактируемая модель подсвечивается отличным от остальных цветом и только она доступна для редактирования.

1.2.28. Опишите возможные варианты нанесения жидкой паяльной маски.

Она может наноситься либо через трафарет, либо сплошным нанесением с использованием фотошаблонов и последующим проявлением. В последнем случае можно добиться большего разрешения.

1.2.29. Что такое ядро и препрег?

Ядро – это двусторонний фольгированный диэлектрик.

Препрег (прокладочной стеклоткани, prepreg) – это смолистый материал, используемый для связи двух ядер или ядра и фольги при их соединении прессованием при высокой температуре.

1.2.30. Как записать в спецификацию изделия, отличающиеся размерами и примененными по одному и тому же документу?

Допускается общую часть наименования этих изделий с обозначением указанного документа записывать на каждом листе спецификации один раз в виде общего наименования (заголовка). Под общим наименованием записывают для каждого из указанных изделий только их размеры.