

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»

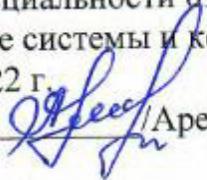
Сибирский колледж транспорта и строительства

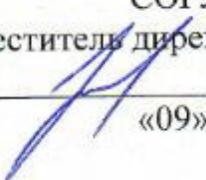
Сборник практических работ по дисциплине

МДК.01.02. Проектирование цифровых устройств  
профессионального модуля  
ПМ.01 Проектирование цифровых устройств  
для специальности  
09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Иркутск 2022



РАССМОТРЕНО:  
Цикловой методической  
комиссией специальности 09.02.01  
Компьютерные системы и комплексы  
«08» июня 2022 г.  
Председатель:  Арефьева Н.В.

СОГЛАСОВАНО:  
Заместитель директора по УВР  
 /А.П.Ресельс  
«09» июня 2022 г.

Разработчик: Подгорнов С.В., преподаватель СКТиС

## **Предисловие**

Сборник содержит задания для практических работ, имеющих целью более глубокое изучение дисциплины, систематизацию и закрепление полученных знаний и практических умений. Он предназначен для углубления и расширения теоретических и практических знаний; формирования умений использовать специальную, справочную литературу. В нем содержатся методические указания по выполнению предложенных заданий и список литературы, необходимой для изучения дисциплины.

Цель данного пособия – помочь студентам выполнить практические работы, предусмотренные программой, научить правильно определять погрешности и производить необходимую числовую обработку результатов.

Весь процесс выполнения работ включает в себя теоретическую подготовку, ознакомление с приборами и сборку схем, проведение опыта и измерений, числовую обработку результатов и сдачу зачета по выполненной работе.

### *Теоретическая подготовка*

Теоретическая подготовка необходима для проведения физического эксперимента, должна проводиться студентом в порядке самостоятельной внеаудиторной работы. Ее следует начинать внимательным разбором руководства к данной работе, а для более глубокого изучения рассматриваемого явления рекомендуется обратиться к литературе, указанной в руководстве.

Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые студент обязан дать четкие, правильные ответы.

Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета со следующим порядком записей:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование.
4. Ход работы (включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а так же расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин).
5. Расчеты – окончательная запись результатов работы.
6. Вывод.

Работы выполняются по письменным инструкциям, которые приводятся в данном пособии.

Каждая инструкция содержит краткие теоретические сведения, относящиеся к данной работе, перечень необходимого оборудования, порядок выполнения работы, контрольные вопросы и литературу.

Внимательное изучение методических указаний поможет выполнить работу.

Практикум является хорошей формой повторения, углубления и обобщения основных вопросов пройденного курса.

## **Практическая работа № 1**

**Тема: Ознакомление с комплектом конструкторской документации**

**Задание:** Ознакомиться с комплектом образцов конструкторской документации (КД) и ответить на вопросы.

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 1-9, ПК1.2, ПК1.5.

**Варианты заданий:**

Устный опрос по теме “**Комплект конструкторской документации**”.

**Перечень вопросов:**

1. Документы, необходимые до начала разработки технического средства (ТС);
2. Этапы проектирования ТС;
3. Документы на опытный образец ТС;
4. Перечень документов, необходимых на этапе эксплуатации;
5. Технологические документы;
6. Правила оформления графической документации;
7. Типы форматов листов;
8. Этапы проектирования
9. Виды нормативно-технической документации.
10. ЕСКД - назначение.
11. Виды изделий. Примеры.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки (содержательная характеристика)</b>
«2»	Работа выполнена не полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых вопросов (не ориентируется в этапах и стадиях процесса конструирования).
«3»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, Умеет пользоваться нормативно-технической литературой. Допущены незначительные ошибки в ответах.
«4»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, Умеет пользоваться нормативно-технической литературой, правильно разделяет этапы проектирования. Допущены незначительные ошибки.
«5»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки в знании КД и этапов проект-я

## **Практическая работа №2**

Оформление схемной документации цифрового устройства

**Тема:** Построение УГО элементов ВТ. Простановка буквенно-цифровых позиционных обозначений (БЦПО) в схеме ЭЗ(принципиальная).

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 2-5, ПК1.2, ПК1.5.

**Задание:** Изобразить элементы выданного варианта, выдерживая размеры элементов в соответствии с требованиями ГОСТ. На элементах, воспринимая их как схему электрическую принципиальную, проставить БЦПО.

**Варианты заданий:** приведены в приложении А.

**Критерии и нормы оценки практической работы**

Оценка	Критерии оценки (содержательная характеристика)
«2»	Работа выполнена не полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых вопросов (не правильно изображены УГО элементов и проставлены БЦПО).
«3»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, умеет пользоваться нормативно-технической литературой, правильно вычертил УГО элементов. Допущены незначительные ошибки при вычерчивании УГО элементов и простановке БЦПО.
«4»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, умеет пользоваться нормативно-технической литературой, правильно вычертил УГО элементов. Допущены незначительные ошибки при простановке БЦПО.
«5»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при вычерчивании УГО элементов и простановке БЦПО

### Практическая работа №3

#### Расчет электрических параметров печатных схем.

**Цель работы:** ознакомиться с расчетом электрических параметров печатных плат.

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 2-5, ПК1.1

**Задание:** Для печатной платы усилителя определить:

1. Падение напряжения.

$$U = I_{max} \rho l / (h_n t_n)$$

2. Мощность потерь.

$$P_n = 2\pi f C U^2 \operatorname{tg}\delta \quad C =$$

3. Паразитную емкость между двумя проводниками.

$$C_{par} = 0,12 \epsilon F/h$$

4. Индуктивность печатных проводников.

$$L = 2l_n \cdot \left( 2,3 \lg \frac{l_n}{h + t_n} + 0,2235 \frac{h + t_n}{l_n} + 0,5 \right) \cdot 10^{-2}$$

5. Взаимоиндукцию двух параллельных проводников равной длины.

$$M = 0,02 \cdot \left( l_n \lg \frac{\sqrt{l_n^2 + L_0^2} + l_n}{L_0} - \sqrt{l_n^2 + L_0^2} + L_0 \right)$$

*Исходные данные.*

Данные для расчетов 1-3 пунктов.

$U_{пит} = 18 V$  - напряжение питания

$I_{max} = 0,0873 \text{ мм}$  - толщина печатных проводников

$l = 0,03$  - длина максимального проводника

$t_n = 0,18 \text{ мм}$  - ширина печатных проводников

$\varepsilon=6$  - диэлектрическая проницаемость стеклотекстолита

$h=2 \text{ мм}$  - толщина платы

$F=2200 \text{ мм}^2$  - суммарная площадь всех проводников

$\operatorname{tg} \delta = 0,004$

$S=3 \text{ мм}$  - расстояние между двумя параллельными проводниками

$l_n=5 \text{ см}$  - длина взаимного перекрытия проводников

Данные для расчетов 4-6 пунктов.

$l_n=2,5 \text{ см}$  - длина параллельных участков двух проводников

$L_0=0,4 \text{ см}$  - расстояние между осевыми линиями двух проводников

$l_n=5 \text{ см}$  - длина параллельного участка первого проводника

$l_n=3,5 \text{ см}$  - длина параллельного участка второго проводника

$S=0,2 \text{ см}$  величина зазора между проводниками

## Практическая работа №4

Компоновка элементов на печатной плате.

**Тема:** Компоновка ИМС на плате. Определение габаритных размеров печатной платы.

**Задание:** Для заданного устройства определить габаритные размеры печатной платы при оптимальном варианте компоновки ИМС.

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 2-5, ПК1.1, ПК1.5.

### Варианты заданий:

**Вариант 1.** Устройство состоит из 17 корпусов (555ЛА3, 555ЛА2).

**Вариант 2.** Устройство состоит из 16 корпусов (533ЛА4).

**Вариант 3.** Устройство состоит из 18 корпусов (533ЛА3, 533ЛА4).

### Критерии и нормы оценки практической работы

Практические работы оцениваются по пятибалльной системе.

Оценка	Критерии оценки (содержательная характеристика)
«2»	Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых вопросов (не правильно разделена плата на функциональные зоны и не верно проведен расчет габаритных размеров печатной платы ).
«3»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при делении платы на функциональные зоны. Допущены незначительные ошибки при использовании нормативно- технической литературы и в расчетной части.
«4»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при делении платы на функциональные зоны. Допущены незначительные ошибки при использовании нормативно- технической литературы. Допущены незначительные ошибки в расчетной части.
«5»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при использовании нормативно- технической литературы, при делении платы на зоны и расчет сделан верно.

## **Практическая работа №5**

Обеспечение помехоустойчивости в конструкции узлов на печатной плате.

### **Практическое занятие №1**

**Тема:** Обеспечение помехоустойчивости печатной платы. Расчет развязывающих конденсаторов, блокирующих помехи цепей питания.

**Задание:** Для заданного устройства рассчитать и выбрать конденсаторы, устанавливаемые на плату для подавления помех, поступающих по цепям питания.

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 2-5, ПК1.1.

#### **Варианты заданий:**

**Вариант 1. Устройство состоит из:** 2-х корпусов 555ИР27 (D1.D2)

1-го корпуса 555ИЕ10 (D3 )

10 –ти корпусов 555ЛА2 (D4...D13)

**Вариант 2. Устройство состоит из:** 15-ти корпусов 555КП17 (D1...D15)

2-ух корпусов 555ИП3 (D16,D17)

3 – х корпусов 555ИЕ2 (D18...D20)

**Вариант 3. Устройство состоит из:** 10-ти корпусов 555ЛЛ1 (D1...D10 )

3-х корпусов 555ЛИ5 (D11...D13)

#### **Критерии и нормы оценки практической работы**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки (содержательная характеристика)</b>
«2»	Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых вопросов (не правильно произведена расстановка и расчет конденсаторов),
«3»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при расстановке конденсаторов. Допущены незначительные ошибки в расчетной части и при использовании нормативно- технической литературы.
«4»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при использовании нормативно- технической литературы, при расстановке, расчете и выборе конденсаторов. Допущены незначительные ошибки в расчетной части.
«5»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при использовании нормативно- технической литературы, при расстановке, расчете и выборе конденсаторов.

## **Практическая работа №6**

Оформление схемной документации цифрового устройства в соответствии с правилами.

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 2-5, ПК1.1

#### **Текущий контроль – письменный опрос**

Варианты (письменные ответы на контрольные вопросы):

#### **Первый вариант:**

1 Нормальный тепловой режим изделия. Естественная система охлаждения как способ его обеспечения.

2 Конвекция как вид теплообмена.

**Второй вариант:**

1 Нормальный тепловой режим изделия. Принудительное воздушное охлаждение как способ его обеспечения.

2 Излучение как вид теплообмена.

**Критерии и нормы оценки письменной контрольной работы**

Письменные контрольные и самостоятельные работы оцениваются по пятибалльной системе.

**Оценка «5» ставится, если студент:**

1. Выполнил работу без ошибок и недочетов.
2. Допустил не более одного недочета

**Оценка «4» ставится, если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней:**

1. Не более одной негрубой ошибки и одного недочета.
2. Не более двух недочетов.

**Оценка «3» ставится, если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил:**

- Не более двух грубых ошибок или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета;
- Не более двух- трех негрубых ошибок или одной негрубой ошибки и трех недочетов;
- При отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.

**Оценка «2» ставится, если студент:**

1. Допустил число ошибок недочетов превышающее норму, при которой может быть выставлена оценка «3».
2. Если правильно выполнил менее половины работы.
3. Не приступил к выполнению работы.
4. Правильно выполнил не более 10% всех заданий.

## **Практическая работа №7**

Расчет электрических параметров печатных схем.

**Тема: Расчет надежности.**

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 2-5, ПК1.1.

**Варианты заданий (письменные ответы на контрольные вопросы):****Вариант 1**

1. Приведите основные технические состояния сложных технических систем.
2. Приведите примеры дефектов, повреждений, отказов применительно к изделиям и системам ракетно-космической техники.
3. Приведите термины надёжности, связанные с изменением показателей надёжности во времени.

**Вариант 2**

- 1 Общетехнических терминах надёжности.
- 2 Что такое эффективность системы.
3. Дайте определение надёжности системы.

**Вариант 3**

1. Поясните отличие категорий надёжности и эффективности.
2. Как изменяется надёжность ракетно-космического комплекса в процессе жизненного цикла?
3. Методы повышения надежности объектов. Резервирование и дублирование.

## **Критерии и нормы оценки работы**

Письменные контрольные и самостоятельные работы оцениваются по пятибалльной системе.

### **Оценка «5» ставится, если студент:**

1. Выполнил работу без ошибок и недочетов.
2. Допустил не более одного недочета

### **Оценка «4» ставится, если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней:**

- 1 Не более одной негрубой ошибки и одного недочета.
- 2 Не более двух недочетов.

### **Оценка «3» ставится, если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил:**

1 Не более двух грубых ошибок или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета;

2 Не более двух- трех негрубых ошибок или одной негрубой ошибки и трех недочетов;

3 При отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.

### **2. Оценка «2» ставится, если студент:**

1 Допустил число ошибок недочетов превышающее норму, при которой может быть выставлена оценка «3».

1 Если правильно выполнил менее половины работы.

2 Не приступил к выполнению работы.

3 Правильно выполнил не более 10% всех заданий.

## **Практическая работа №8**

Обеспечение помехоустойчивости в конструкции узлов на печатной плате.

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 2-5, ПК1.4.

**Задание:** Для устройства, заданного схемой, определить следующие параметры надежности:

- вероятность безотказной работы;
- время наработки до отказа;
- интенсивность отказов.

**Варианты заданий:** схема из трех параллельных конденсаторов

### **Критерии и нормы оценки практической работы**

Практические работы оцениваются по пятибалльной системе.

Оценка	Критерии оценки (содержательная характеристика)
«2»	Работа выполнена не полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допущены ошибки при использовании нормативно-технической литературы, в расчетах.
«3»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, допущены незначительные ошибки при использовании нормативно-технической литературы, знает методику расчета надежности, допущены незначительные ошибки в расчетах и выводах
«4»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при использовании нормативно-технической литературы, знает методику расчета надежности, допущены незначительные ошибки в расчетах и выводах

<b>«5»</b>	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при использовании нормативно-технической литературы, знает методику расчета надежности и грамотно формулирует выводы
------------	---

### Практическая работа №9

Обеспечение теплового режима в конструкции узлов на печатной плате.

**Тема:** Расчет надежности устройства с учетом коэффициента электрической нагрузки и температуры окружающей среды

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 2-5, ПК1.1, ПК1.4.

**Задание:** Для устройства, заданного схемой, определить следующие параметры надежности:

- вероятность безотказной работы;
- время наработки до отказа;
- интенсивность отказов.

**Варианты заданий:** схема из трех параллельных конденсаторов

#### Критерии и нормы оценки практической работы

Практические работы оцениваются по пятибалльной системе.

Оценка	Критерии оценки (содержательная характеристика)
<b>«2»</b>	Работа выполнена не полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допущены ошибки при использовании нормативно-технической литературы, в расчетах.
<b>«3»</b>	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, допущены незначительные ошибки при использовании нормативно-технической литературы, знает методику расчета надежности, допущены незначительные ошибки в расчетах и выводах
<b>«4»</b>	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при использовании нормативно-технической литературы, знает методику расчета надежности, допущены незначительные ошибки в расчетах и выводах
<b>«5»</b>	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при использовании нормативно-технической литературы, знает методику расчета надежности и грамотно формулирует выводы

### Практическая работа №10

Создание символьной библиотеки элементов для комбинационной схемы. Создание корпусной библиотеки элементов для комбинационной схемы. Упаковка выводов конструктивных элементов в корпуса. Ввод схемы электрической принципиальной Э3 в графическом редакторе P-CAD Schematic.

### Практическая работа №11

Изучение ППП для автоматизации проектирования цифровых устройств. Изучение алгоритмов размещения. Работа с алгоритмом последовательного размещения модулей. Проектирование печатной платы с применением ППП.

**Тема:** Создание корпусной библиотеки элементов для комбинационной схемы

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 2-5, ПК1.1.3

**Задание:** Изучить методику разработки посадочных мест элементов на печатных платах средствами редактора **P-CAD Pattern Editor Wizard**. Организовать корпусную библиотеку элементов для схемы.

**Варианты заданий:** по схеме и перечню элементов, разработанных при выполнении Лабораторных работ №4 и №5

**Критерии оценки выполнения студентом****лабораторной работы**

Лабораторная работа оценивается по пятибалльной системе

Критерии	Метод оценки	Критерии оценки			
		Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
Отношение к работе	Наблюдение руководителя, Просмотр промежуточных результатов	Работа выполнена в указанный срок, не требует дополнительного времени на завершение	Работа выполнена в указанный срок, не требует дополнительного времени на завершение	Работа выполнена в указанный срок, не требует дополнительного времени на завершение	Работа не выполнена в указанный срок и требует дополнительного времени на завершение
Использование полученных при изучении дисциплины умений для решения конкретных задач -способность работать в корпусном редакторе	Наблюдение руководителя за ходом выполнения работы	Усвоены приемы работы в корпусном редакторе. Умение быстро ориентироваться при необходимости изменять текущие настройки редактора	Усвоены приемы работы в корпусном редакторе. Изменение настроек выполнено правильно, но после подсказки преподавателя о необходимости перенастроить редактор	Усвоены приемы работы в корпусном редакторе. Затруднения при необходимости изменить настройки редактора	Не усвоены приемы работы в корпусном редакторе. Большое число ошибок при выполнении необходимых настроек редактора
Использование всего доступного технического оборудования	Наблюдение руководителя за ходом выполнения работы	Грамотная работа с техникой, соблюдение техники безопасности.	Грамотная работа с техникой, соблюдение техники безопасности.	Удовлетворительная работа с техникой, соблюдение техники безопасности.	Удовлетворительная работа с техникой, соблюдение техники безопасности.
Использование полученных знаний для решения конкретных задач	Наблюдение руководителя за ходом выполнения работы	Полученные при изучении дисциплины знания использованы в полном объеме	Полученные при изучении дисциплины знания использованы в полном объеме	Полученные при изучении дисциплины знания использованы не в полном объеме	Неспособность использовать теоретическую информацию при решении задач
Умение отвечать на вопросы, пользоваться профессиональной лексикой при сдаче защите лабораторной работы	Собеседование	Грамотные ответы на поставленные вопросы, использование профессиональной лексики. Чёткое обоснование своей точки зрения.	Грамотные ответы на поставленные вопросы, использование профессиональной лексики. Чёткое обоснование своей точки зрения.	Заметная неуверенность в ответах и действиях.	Неуверенные ответы на вопросы, незнание профессиональной лексики и терминологии.

**Практическая работа №12-13-14-15****Расчет показателей надежности**

**Расчет надежности конструкции цифровых устройств.**

**Расчет надежности на этапе технического проектирования.**

**Расчет надежности устройства с учетом коэффициента электрической нагрузки и температуры окружающей среды.**

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 3-5, ПК1.4.ПК 1.5

**Варианты заданий** (письменные ответы на контрольные вопросы):

### **Вариант 1**

1 Базовые материалы, используемые в производстве печатных плат.

2 Три метода изготовления ПП: химический электрохимический, комбинированный

3 Цели проведения испытаний. Виды испытаний при выпуске ПП (квалификационные, приемо-сдаточные, периодические, сертификационные).

### **Вариант 2**

1 Многослойные печатные платы. Структура. Назначение слоев. Преимущества.

2 Производственный процесс. Определение. Определение технологического процесса и технологической операции.

3 Виды контроля (электрический, оптический, рентгеновский).

### **Вариант 3**

1 Субтрактивные и аддитивные методы получения элементов проводящего рисунка печатной платы.

2 Технология сборки печатных плат.

3 Экологичность технологического процесса производства печатных плат.

### **Критерии и нормы оценки письменной контрольной работы**

Письменные контрольные и самостоятельные работы оцениваются по пятибалльной системе.

**Оценка «5» ставится, если студент:**

3. Выполнил работу без ошибок и недочетов.

4. Допустил не более одного недочета

**Оценка «4» ставится, если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней:**

1 Не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

2 Не более двух недочетов.

**Оценка «3» ставится, если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил:**

1 Не более двух грубых ошибок или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета;

2 Не более двух- трех негрубых ошибок или одной негрубой ошибки и трех недочетов;

3 При отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.

**3. Оценка «2» ставится, если студент:**

1 Допустил число ошибок недочетов превышающее норму, при которой может быть выставлена оценка «3».

4 Если правильно выполнил менее половины работы.

5 Не приступил к выполнению работы.

6 Правильно выполнил не более 10% всех заданий.

## Практическая работа № 16

Оформление маршрутных карт. Создание символьной библиотеки с помощью мастера символов (Symbol Wizard). Создание посадочных мест с помощью мастера шаблона (Pattern Wizard).

**Тема:** Создание корпусной библиотеки элементов для комбинационной схемы

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 2-5, ПК1.1.3

**Задание:** Изучить методику разработки посадочных мест элементов на печатных платах средствами редактора **P-CAD Pattern Editor Wisard**. Организовать корпусную библиотеку элементов для схемы.

**Варианты заданий:** по схеме и перечню элементов, разработанных при выполнении Лабораторных работ №4 и №5

### Критерии оценки выполнения студентом

#### лабораторной работы

Лабораторная работа оценивается по пятибалльной системе

Критерии	Метод оценки	Критерии оценки			
		Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
Отношение к работе	Наблюдение руководителя, Просмотр промежуточных результатов	Работа выполнена в указанный срок, не требует дополнительного времени на завершение	Работа выполнена в указанный срок, не требует дополнительного времени на завершение	Работа выполнена в указанный срок, не требует дополнительного времени на завершение	Работа не выполнена в указанный срок и требует дополнительного времени на завершение
Использование полученных при изучении дисциплины умений для решения конкретных задач -способность работать в корпусном редакторе	Наблюдение руководителя за ходом выполнения работы	Усвоены приемы работы в корпусном редакторе. Умение быстро ориентироваться при необходимости изменять текущие настройки редактора	Усвоены приемы работы в корпусном редакторе. Изменение настроек выполнено правильно, но после подсказки преподавателя о необходимости перенастроить редактор	Усвоены приемы работы в корпусном редакторе. Затруднения при необходимости изменить настройки редактора	Не усвоены приемы работы в корпусном редакторе. Большое число ошибок при выполнении необходимых настроек редактора
Использование всего доступного технического оборудования	Наблюдение руководителя за ходом выполнения работы	Грамотная работа с техникой, соблюдение техники безопасности.	Грамотная работа с техникой, соблюдение техники безопасности.	Удовлетворительная работа с техникой, соблюдение техники безопасности.	Удовлетворительная работа с техникой, соблюдение техники безопасности.
Использование полученных знаний для решения конкретных задач	Наблюдение руководителя за ходом выполнения работы	Полученные при изучении дисциплины знания использованы в полном объеме	Полученные при изучении дисциплины знания использованы в полном объеме	Полученные при изучении дисциплины знания использованы не в полном объеме	Неспособность использовать теоретическую информацию при решении задач
Умение отвечать на вопросы, пользоваться профессиональной лексикой при сдаче защите лабораторной работы	Собеседование	Грамотные ответы на поставленные вопросы, использование профессиональной лексики. Чёткое обоснование своей точки зрения.	Грамотные ответы на поставленные вопросы, использование профессиональной лексики. Чёткое обоснование своей точки зрения.	Заметная неуверенность в ответах и действиях.	Неуверенные ответы на вопросы, незнание профессиональной лексики и терминологии.

## **Практическая работа №17-18**

**Разработка технологических процессов изготовления и испытаний печатных плат цифровых устройств.**

Выполнение данной работы способствует формированию следующих компетенций: ОК 2-5, ПК 1.4, ПК1.5.

**Варианты заданий (письменные ответы на контрольные вопросы):**

**Вариант 1**

1. Приведите основные технические состояния сложных технических систем.
2. Приведите примеры дефектов, повреждений, отказов применительно к изделиям и системам ракетно-космической техники.
3. Приведите термины надёжности, связанные с изменением показателей надёжности во времени.

**Вариант 2**

- 1 Общетехнических терминах надёжности.
- 2 Что такое эффективность системы.
3. Дайте определение надёжности системы.

**Вариант 3**

1. Поясните отличие категорий надёжности и эффективности.
2. Как изменяется надёжность ракетно-космического комплекса в процессе жизненного цикла?
- 3.Методы повышения надежности объектов. Резервирование и дублирование.

### **Критерии и нормы оценки работы**

Письменные контрольные и самостоятельные работы оцениваются по пятибалльной системе.

**Оценка «5» ставится, если студент:**

5. Выполнил работу без ошибок и недочетов.
6. Допустил не более одного недочета

**Оценка «4» ставится, если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней:**

- 1 Не более одной негрубой ошибки и одного недочета.
- 2 Не более двух недочетов.

**Оценка «3» ставится, если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил:**

1 Не более двух грубых ошибок или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета;

2 Не более двух- трех негрубых ошибок или одной негрубой ошибки и трех недочетов;

3 При отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.

**4. Оценка «2» ставится, если студент:**

1 Допустил число ошибок недочетов превышающее норму, при которой может быть выставлена оценка «3».

8 Если правильно выполнил менее половины работы.

9 Не приступил к выполнению работы.

10 Правильно выполнил не более 10% всех заданий.

# **Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

## **Основная литература:**

1. Камышная Э., Маркелов В. Конструкторско-технологические расчеты электронной аппаратуры. 2014. – 165 с.
2. Гуров В. В. Микропроцессорные системы: Учебник / В.В. Гуров. - М.: НИЦ Инфра-М, 2016, 336 с. ЭБС [znanium.com](#) Договор № 2эбс от 31.01.2016 г.
3. Таненбаум Э. С., Т. Остин - Архитектура компьютера.- 6-е изд. – СПб: Питер 2013. - 816 с.

## **Дополнительная литература:**

1.Фролов В. А. Электронная техника.Ч.2 Схемотехника электронных схем: Учебник / Фролов В.А. - М.:ФГБУ ДПО "УМЦ ЖДТ", 2015.-611 с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://www.knigafund.ru/books/106073>
2. <http://www.ozon.ru/context/detail/id/17981415/>  
<http://madelectronics.ru/book/shemotehnika/index-2.htm>
3. <http://www.knigafund.ru/books/106073>
4. <http://www.ozon.ru/context/detail/id/17981415/>
5. <http://madelectronics.ru/book/shemotehnika/index-2.htm>

**Компьютерный учебник "Цифровая схемотехника»**  
<http://www.ie.tusur.ru/books/DigitalCircuits/readme.htm>

Методические рекомендации по выполнению практических работ

Fs01\Задания\Подгорнов\КСК\Методические рекомендации к практическим работам

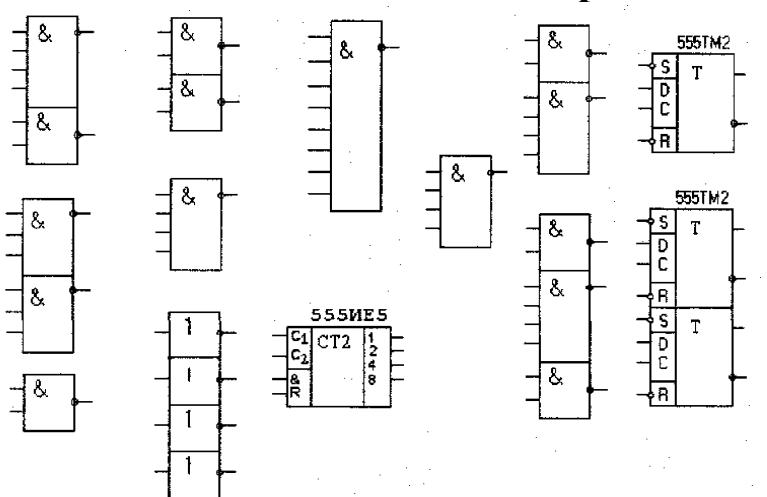
Fs01\Задания\Подгорнов\КСК\Методические рекомендации по выполнению самостоятельным работам

## **Российские журналы:**

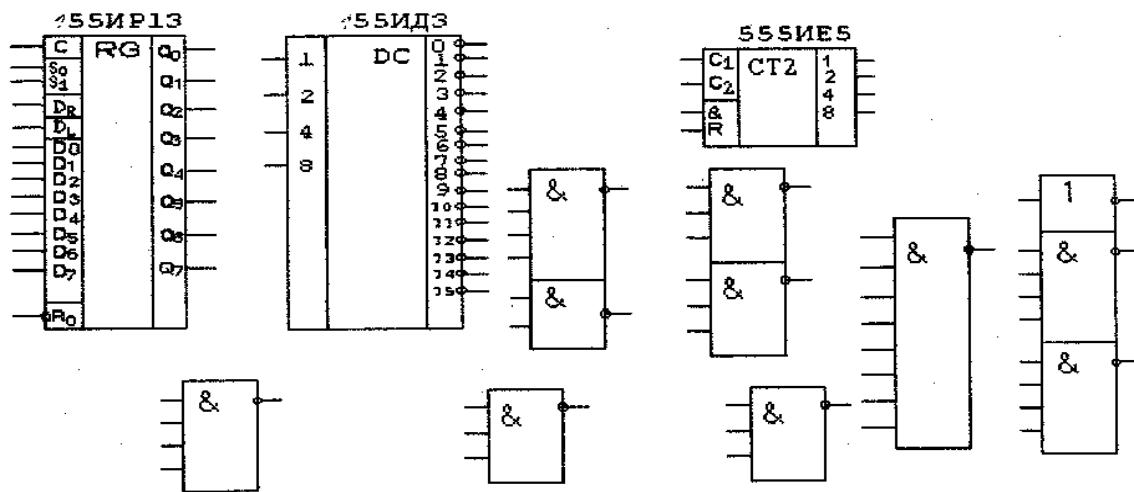
- 1 Прикладная информатика: научно-практический журнал.- ЭБС Университетская библиотека Договор №66 от 27.06.2016
- 2 Компоненты и технологии. - ЭБС Университетская библиотека Договор №66 от 27.06.2016
- 3 Мир ПК. - ЭБС Университетская библиотека Договор №66 от 27.06.2016

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

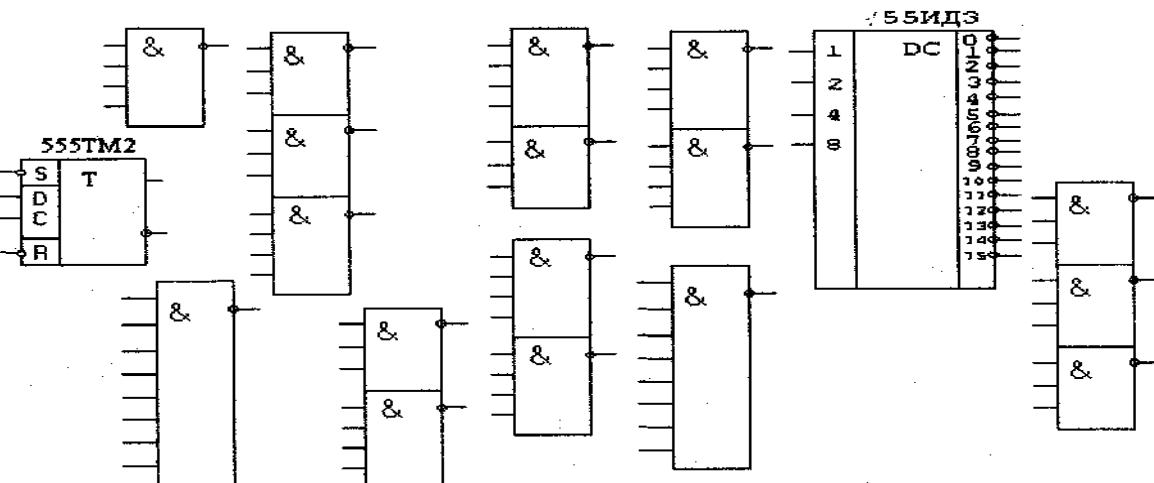
### Вариант 1



### Вариант 2



### Вариант 3



## Приложение 2

**Теория вопроса.** В соответствии с ГОСТ 13.377-78 **надежность** – это свойство изделия выполнять заданные функции в течение определенного промежутка времени в заданных условиях эксплуатации.

Основным понятием теории надежности является отказ. Отказ – это событие, после появления которого устройство полностью или частично перестает выполнять заданные функции.

Системой элементов называют совокупность совместно действующих элементов, предназначенных для выполнения взаимосвязанных функций. Элемент системы – это часть данной системы, предназначенная для выполнения одной из возможных функций системы.

Системы бывают восстанавливаемые (подлежащие ремонту) и невосстанавливаемые.

Так как отказы – это события случайные, то количественные параметры надежности имеют вероятностный характер. Расчет вероятностных характеристик сложен, поэтому на практике пользуются статистическими показателями надежности, которые получают в результате математической обработки результатов эксперимента.

К основным количественным параметрам относятся следующие: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, время наработки до отказа.

**Вероятность безотказной работы  $P(t)$**  – это вероятность того, что за заданный промежуток времени, в заданных условиях эксплуатации система будет работать исправно, то есть отказа не произойдет. Статистическая оценка вероятности безотказной работы определяется по формуле:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0},$$

где  $N_0$  – количество изделий, поставленных на испытание;

$n(t)$  – число отказавших элементов за исследуемый промежуток времени.

В начальный момент времени все изделия работают исправно, то есть  $n(t)=0$ , тогда  $P(t)=1$ . За достаточно большой промежуток времени отказать могут все изделия, поставленные на испытание, то есть  $n(t)=N_0$ . Тогда  $P(t)=0$ . Таким образом, функция  $P(t)$  – это функция убывающая от 1 до 0 (см. рисунок 3.10).

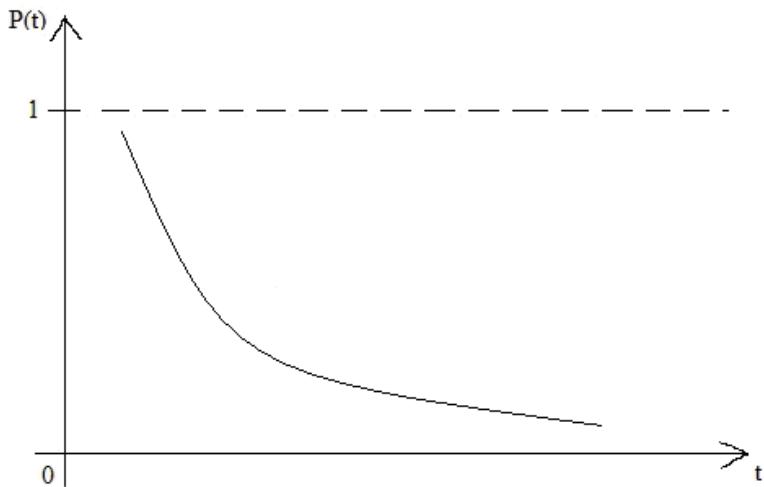


Рисунок 3.10 – График функции  $P(t)$

**Интенсивность отказов  $\lambda(t)$**  – это отношение количества отказавших элементов в единицу времени к среднему числу исправно работающих элементов за заданный промежуток времени. Формула для определения интенсивности отказов будет следующей:

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{\Delta t \cdot N_{cp}},$$

где  $n(t)$  – количество отказавших элементов за время  $\Delta t$ ;

$\Delta t$  – исследуемый промежуток времени;

$N_{cp}$  – среднее количество исправно работающих элементов за время  $\Delta t$ .

График функции  $\lambda(t)$  показан на рисунке 3.11.

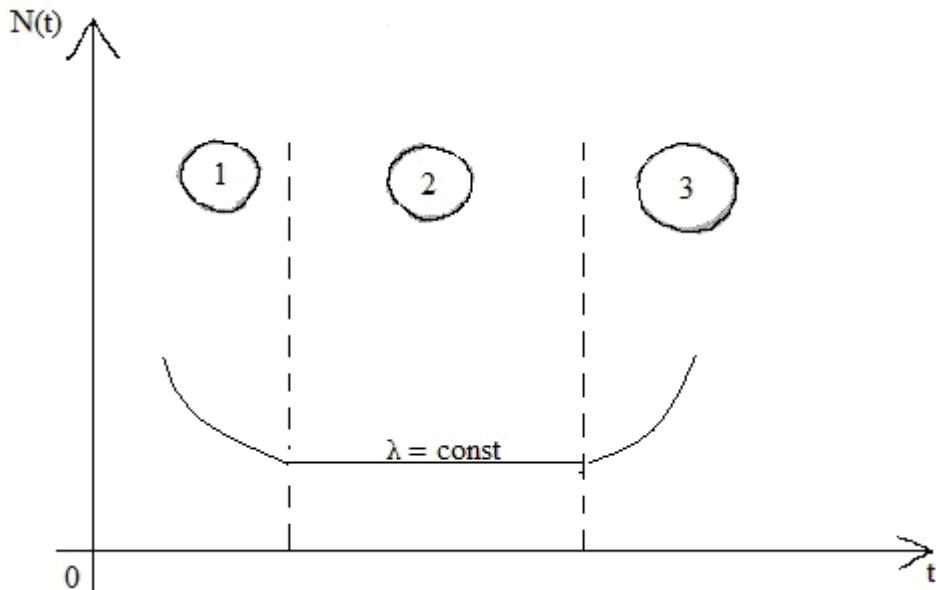


Рисунок 3.11 – График функции  $\lambda(t)$

На графике, показанный на рисунке 3.11 можно выделить три зоны. Зона «1» соответствует приработке изделия, когда на предприятии-изготовителе предпринимаются меры по увеличению надежности работы изделия. Зона «2» соответствует нормальному работе изделия, когда интенсивность отказов является величиной постоянной. Зона «3» характеризуется резким увеличением интенсивности отказов в следствие старения элементов.

**Время наработки до отказа**  $T_0$  – это время исправной работы изделия до наступления первого отказа. Это величина, обратная интенсивности отказов, поэтому формула для определения интенсивности отказов будет следующей:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda(t)}.$$

Все перечисленные параметры надежности связаны между собой экспоненциальным законом надежности:

$$P_{\text{системы}} = e^{-\lambda_{\text{системы}} t} = e^{-\frac{t}{T_0}},$$

$$\lambda_{\text{системы}} = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i,$$

где  $P_{\text{системы}}$  – вероятность безотказной работы системы;

$\lambda_{\text{системы}}$  – интенсивность отказов системы;

$t$  – время непрерывной работы изделия;

$T_0$  – время наработки до отказа системы;

$N_i$  – количество элементов  $i$ -ого типа;

$\lambda_i$  – интенсивность отказов элементов  $i$ -ого типа;

$n$  – количество типов элементов.

Рассчитать систему на надежность - это значит определить показатели надежности, характеризующие систему. **Приближенный расчет** надежности проводится на этапе эскизного проектирования с целью определения теоретической надежности по формулам, приведенным выше.

**Уточненный расчет** надежности проводится на этапе технического проекта по формулам, приведенным выше, но значения интенсивности отказов элементов берутся в зависимости от температуры окружающей среды и коэффициента электрической нагрузки элемента. **Коэффициент электрической нагрузки** - это отношение реальной нагрузки элемента к номинальной. Критерием оценки степени электрической нагрузки является та величина, которая оказывает решающее воздействие на работоспособность элементов, например:

$$K_{h_{\text{рез}}} = \frac{P_p}{P_h},$$

$$K_{h_{\text{конд}}} = \frac{U_p}{U_h}.$$

Иногда сложно определить коэффициент нагрузки (для элементов индикации, разъемов, ИМС), тогда для таких элементов принимают максимальное значение коэффициента электрической нагрузки ( $K_h=1$  – худший случай).

Зависимость реальной интенсивности отказов от номинальной определяется следующей формулой через поправочный коэффициент « $a$ ».

$$\lambda_i = a \cdot \lambda_0,$$

где  $\lambda_i$  - реальная интенсивность отказов;

$a$  – поправочный коэффициент, зависящий от коэффициента электрической нагрузки и температуры окружающей среды (выбирается из справочных таблиц [ ]);

$\lambda_0$  – номинальная интенсивность отказов (выбирается из справочных таблиц [ ]);

Расчеты надежности сводятся в таблицу 3.1 и проводятся на минимальную и максимальную температуру эксплуатации изделия.

После определения значения интенсивности отказов системы для двух температур производится расчет значений времени наработки на отказ ( $T_0$ ) и вероятности безотказной работы устройства ( $P_{\text{системы}}$ ) также для двух температур.

$$\lambda_{\text{систем}} 1 = 43,372 \cdot 10^{-6}$$

$$\lambda_{\text{систем}} 2 = 63,97 \cdot 10^{-6}$$

$$T_{01} = 1 / \lambda_{\text{систем}} 1 = 1 / 43 \cdot 10^{-6} = 23000 \text{ ч},$$

$$T_{02} = 1 / \lambda_{\text{систем}} 2 = 1 / 64 \cdot 10^{-6} = 15000 \text{ ч},$$

$$P_{\text{системы}} = e^{\lambda t} = e^{-43 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3}} = e^{-0,043} = 0,9579$$

$$P_{\text{системы}} = e^{\lambda t} = e^{-64 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3}} = e^{-0,064} = 0,9380$$

Поз. обозн.	Наименование	Кол. эле- ментов $N_i$	Коэффициент нагрузки $K_n$	Номинальная интенсивность отказов	Реальная интенсив- ность отказов $t = +20^\circ\text{C}$ $\lambda_i = \lambda_0 * a_i$			Реальная интенсив- ность отказов $t = +50^\circ\text{C}$ $\lambda_0 * a_2$		
					${}_1$	${}_i * 10^{-6}$ $1/\text{ч}$	${}_i N_i * 10^{-6}$ $1/\text{ч}$	${}_2$	${}_i \lambda_i * 10^{-6}$ $1/\text{ч}$	${}_i N_i * 10^{-6}$ $1/\text{ч}$
C1	Конденсаторы K50-12-25В- 2мкФ+/-10% ОЖО 460 079ТУ	1	0,2	2,4	,65	,56	,56	,73	4,15	,15
C2...C8	K10-17-1a-H50-0,1 мкФ+/-10% ОЖО 460 107ТУ	7	0,2	1,4	,06	,084	,588	,08	0,112	,784
C9	K10-17-1a-M1500- 0,012мкФ ± 10% ОЖО 460 107 ТУ	1	0,2	1,4	,06	,084	,084	,08	0,112	,784
D1, D13	Микросхемы бкo 348 289ТУ K555ЛН1	2	1	0,5		,5		,2	1,1	,2
D2, D3	K555ИР35	2	1	1				,2	2,2	,4
D4, D5	K555ЛА3	2	1	0,5		,5		,2	1,1	,2
D6,D10	K555СП1	2	1	1				,2	2,2	,4
D8, D9, D16, D17	K555ЛА11	4	1	0,5		,5		,2	1,1	,4
D7, D11	K555ИЕ7	2	1	1				,2	2,2	,4
D12	K555ЛИ1	1	1	0,5		,5	,5	,2	1,1	,1
D14, D15	K555ЛА2	2	1	0,5		,5		,2	1,1	,2
D18	K555ТМ2	1	1	1				,2	2,2	,2
D19	K555ЛА4	1	1	0,5		,5	,5	,2	1,1	,1
D20	K555ЛА3	1	1	0,5		,5	,5	,2	1,1	,1
R1...R16	Резисторы С2-33Н-0,125-8,2 КОм+/-10% ОЖО 467 173ТУ	6	1 07 0,0	0,3	,15	,045	,72	,34	0,102	,632
VD1..VD16	Светодиоды АЛ102 АОАО 336 041 ТУ	6	1	0,61		,61	,76		0,61	,76
XP1	Вилка CHП158-64/94 19В- 23-2В 364 043ТУ	1	1	0,6		,6	,6		0,6	,6
	Пайки	14	4	0,04		,04	6,56		0,04	6,56
					$\lambda_{\text{сист 1}} = 43,372 * 10^{-6}$			$\lambda_{\text{сист 2}} = 63,97 * 10^{-6}$		