

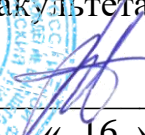
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

 / В.А. Небольсин /
« 16 » декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

ФТД.04 «Сквозное проектирование функциональных узлов РЭС»

Направление подготовки 11.03.03 Конструирование и технология
электронных средств

Профиль Проектирование и технология радиоэлектронных средств


Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 мес.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023


Автор программы

 /Пирогов А.А./

Заведующий кафедрой
Конструирования и
производства радиоаппаратуры

 /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

 /Турецкий А.В./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

приобретение теоретических знаний в области проектирования и технологии печатных плат и конструкций радиоэлектронных средств.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- приобретение знаний о современных технологиях производства печатных узлов и конструкций радиоэлектронных средств;
- ознакомление с современной элементной базой и существующими типами корпусов элементов;
- получение практических навыков проектирования топологии печатных плат.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Сквозное проектирование функциональных узлов РЭС» относится к дисциплинам факультативов.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Сквозное проектирование функциональных узлов РЭС» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен выполнять проектирование радиоэлектронных устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать основные принципы конструирования радиоэлектронных средств, классификацию и технологии производства печатных плат с использованием современных средств автоматизированного проектирования
	Уметь проектировать топологию печатных узлов радиоэлектронных средств и систем различного назначения с использованием средств автоматизированного проектирования
	Владеть методами трассировки и размещения элементов на печатной плате

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Сквозное проектирование функциональных узлов РЭС» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа	36	36
Курсовой проект (работа)		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	+
Общая трудоемкость час	72	72
зач. ед.	2	2

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	4	4
В том числе:		
Лекции	2	2
Практические занятия (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа	64	64
Курсовой проект (работа)		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – зачет	4	4
Общая трудоемкость час	72	72
зач. ед.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак. зан.	СРС	Всего, час
1	Конструкции и методы изготовления печатных плат	1 Односторонние печатные платы (ОПП) ОПП на фольгированном основании. Субтрактивный метод. ОПП на нефольгированном основании. Аддитивный метод.	8	8	18	34

		<p>2. Двусторонние печатные платы (ДПП) ДПП на фольгированном основании. Комбинированный позитивный метод (SMOTL, SMOBS). Тентинг-метод. Метод фрезерования. ДПП на нефольгированном основании. Полуаддитивный метод. Аддитивный метод.</p> <p>3. Многослойные печатные платы (МПП) МПП на фольгированном основании. Метод металлизации сквозных отверстий. Метод открытых контактных площадок. Метод попарного прессования. Метод послойного наращивания. МПП на нефольгированном основании. Метод ПАФОС.</p> <p>4. Гибкие печатные платы (ГПП), гибкие печатные кабели (ГПК) ДПП на гибком фольгированном основании. ДПП на гибком нефольгированном основании. Гибкие ДПП на нефротгированном полиимиде, изготовленные по тонкопленочной технологии. Многослойные ГПП. Конструктивные особенности ГПК. Проектирование ГПК. Процессы изготовления ГПК</p>				
2	Этапы изготовления печатных плат	<p>1. Изготовление рисунков фотошаблонов (ФШ) печатных плат Изготовление эталонных ФШ. Изготовление рабочих ФШ. Экспонирование ФШ</p> <p>2. Получение заготовок печатных плат (ПП) Получение заготовок ПП на роликовых ножницах. Получение заготовок ПП на дисковой пиле. Получение заготовок ПП на гильотинных ножницах. Получение заготовок ПП штамповкой с пробивкой базовых технологических отверстий.</p> <p>3. Получение монтажных и переходных отверстий Сверление монтажных и переходных отверстий</p> <p>4. Подготовка поверхности печатной платы</p> <p>5. Металлизация печатных плат Химическое меднение. Гальваническая металлизация.</p> <p>6. Нанесение защитного рельефа и паяльной маски печатной платы Фотохимический способ. Сеткографический способ. Офсетная печать. Паяльная маска.</p> <p>7. Травление меди с пробельных участков</p> <p>2.8. Маркировка печатной платы</p> <p>2.9. Испытания, контроль Программа и методика испытаний. Методы испытаний. Оптический контроль. Электрический контроль. Механические испытания. Контроль металлизации ПП. Испытания на тепловой удар.</p>	10	10	18	38
Итого			18	18	36	72

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак. зан.	СРС	Всего, час
1	Конструкции и методы изготовления печатных плат	<p>1 Односторонние печатные платы (ОПП) ОПП на фольгированном основании. Субтрактивный метод. ОПП на нефольгированном основании. Аддитивный метод.</p> <p>2. Двусторонние печатные платы (ДПП) ДПП на фольгированном основании. Комбинированный позитивный метод (SMOTL, SMOBS). Тентинг-метод. Метод фрезерования. ДПП на нефольгированном основании.</p>	1	1	32	34

		<p>Полуаддитивный метод. Аддитивный метод.</p> <p>3. Многослойные печатные платы (МПП) МПП на фольгированном основании. Метод металлизации сквозных отверстий. Метод открытых контактных площадок. Метод попарного прессования. Метод послойного наращивания. МПП на нефольгированном основании. Метод ПАФОС.</p> <p>4. Гибкие печатные платы (ГПП), гибкие печатные кабели (ГПК) ДПП на гибком фольгированном основании. ДПП на гибком нефольгированном основании. Гибкие ДПП на нефотгированном полиимиде, изготовленные по тонкопленочной технологии. Многослойные ГПП. Конструктивные особенности ГПК. Проектирование ГПК. Процессы изготовления ГПК</p>				
2	Этапы изготовления печатных плат	<p>1. Изготовление рисунков фотошаблонов (ФШ) печатных плат Изготовление эталонных ФШ. Изготовление рабочих ФШ. Экспонирование ФШ</p> <p>2. Получение заготовок печатных плат (ПП) Получение заготовок ПП на роликовых ножницах. Получение заготовок ПП на дисковой пиле. Получение заготовок ПП на гильотинных ножницах. Получение заготовок ПП штамповкой с пробивкой базовых технологических отверстий.</p> <p>3. Получение монтажных и переходных отверстий Сверление монтажных и переходных отверстий</p> <p>4. Подготовка поверхности печатной платы</p> <p>5. Металлизация печатных плат Химическое меднение. Гальваническая металлизация.</p> <p>6. Нанесение защитного рельефа и паяльной маски печатной платы Фотохимический способ. Сеткографический способ. Офсетная печать. Паяльная маска.</p> <p>7. Травление меди с пробельных участков</p> <p>2.8. Маркировка печатной платы</p> <p>2.9. Испытания, контроль Программа и методика испытаний. Методы испытаний. Оптический контроль. Электрический контроль. Механические испытания. Контроль металлизации ПП. Испытания на тепловой удар.</p>	1	1	32	34
Итого			2	2	64	68

5.2 Перечень лабораторных работ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение лабораторных работ.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	Знать основные принципы конструирования электронных средств, классификацию и технологии производства печатных плат	Активная работа на практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проектировать топологию печатных узлов электронных устройств различного назначения с использованием средств автоматизированного проектирования	Решение не менее половины стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами трассировки и размещения элементов на печатной плате	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 5 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	Знать основные принципы конструирования электронных средств, классификацию и технологии производства печатных плат	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь проектировать топологию печатных узлов электронных устройств различного назначения с использованием средств автоматизированного проектирования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами трассировки и размещения элементов на печатной плате	Решение прикладных задач в конкретной предметной	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

		области	
--	--	---------	--

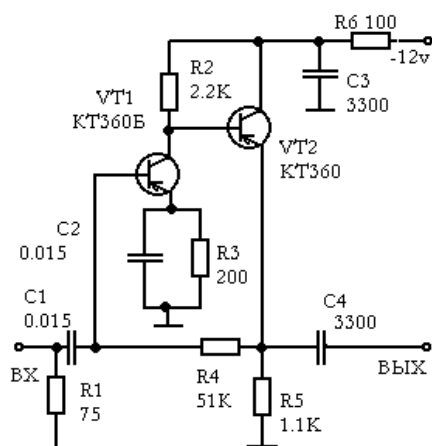
7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

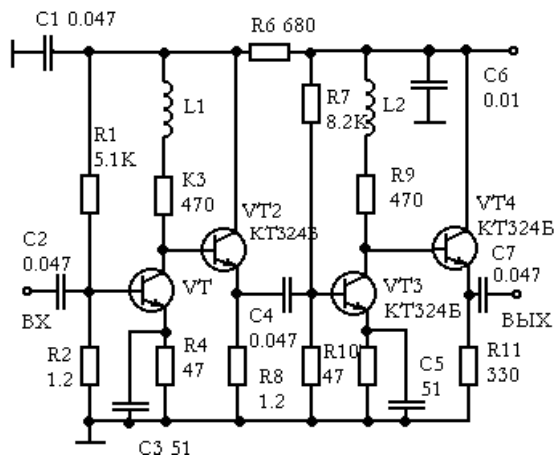
1. Стадии и этапы разработки РЭС.
2. Понятие конструкции и конструирования. Эволюция конструкций РЭС.
3. Структура конструкций РЭС. Основные задачи конструирования.
4. Основные требования, предъявляемые к РЭС. Кодификация климатических исполнений и объекта установки.
5. Классификация РЭС по категориям, классам и группам. Особенности на земных РЭС.
6. Особенности морских РЭС.
7. Особенности бортовых РЭС.
8. Понятие конструкторской документации. Роль стандартизации в проектировании и производстве РЭС.
9. Классификация и комплектность конструкторской документации.
10. Назначение и структура спецификации.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

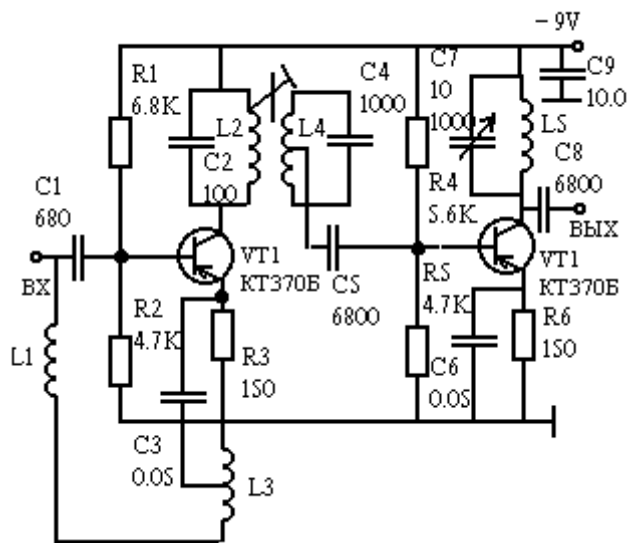
1. Получить топологию печатной платы на основе заданной схемы:
Вариант №1



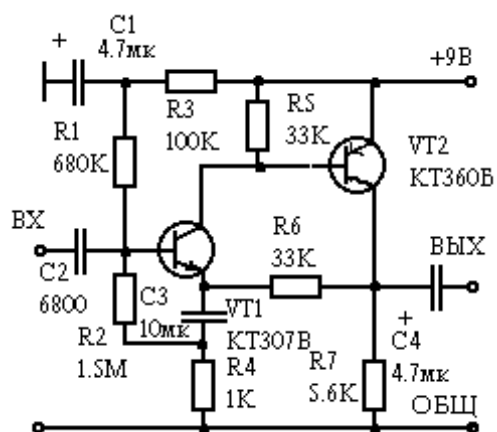
Вариант №2



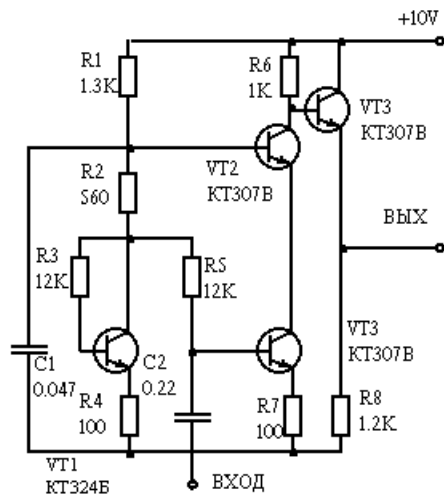
Вариант №3



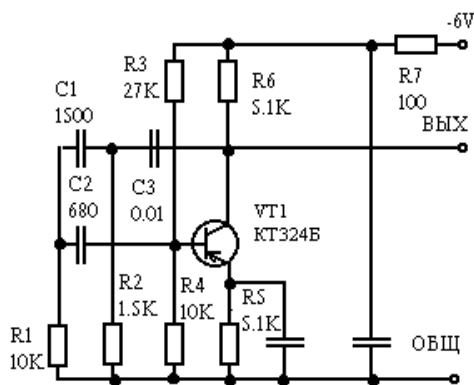
Вариант №4



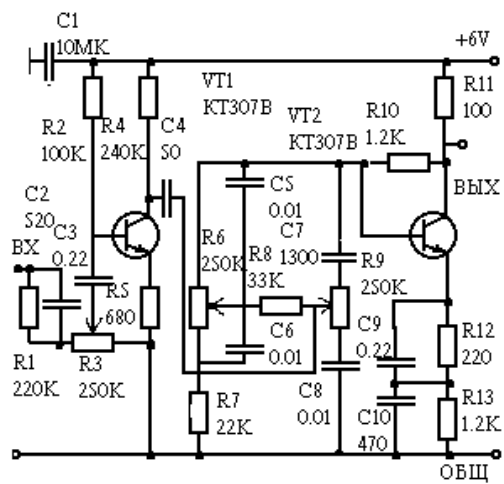
Вариант №5



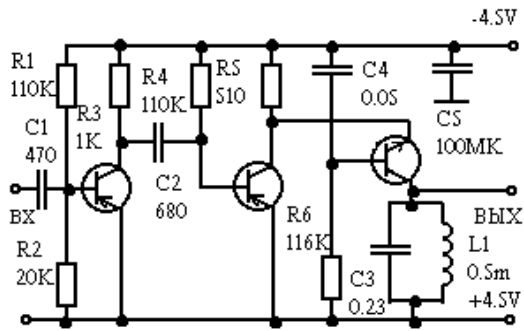
Вариант №6



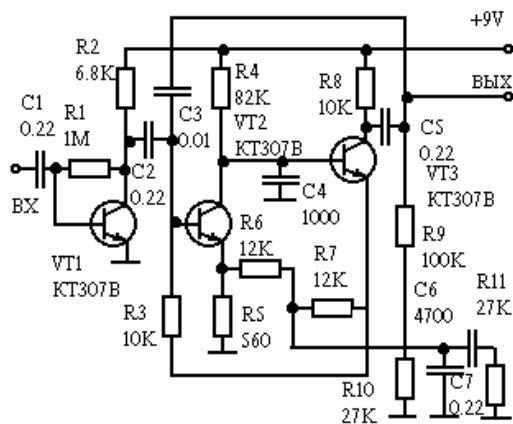
Вариант №7



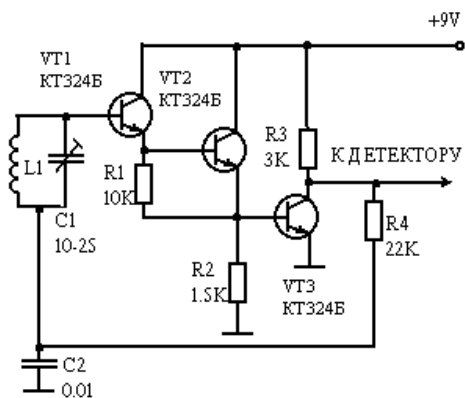
Вариант №8



Вариант №9



Вариант №10



7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Данное условное графическое изображение обозначает.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- полевой транзистор МДП-типа.
- биполярный транзистор $p-n-p$ типа.
- биполярный транзистор $n-p-n$ типа.
- полевой транзистор с каналом p -типа.



Ответ: б).

2. Транзисторная схема с общей базой применяется.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

а) для коммутации цепей.

б) для усиления сигнала.

в) для регулировки и стабилизации напряжения источников питания.

г) для генерации белого шума.

Ответ: в).

3. Напряжение вторичной обмотки понижающего трансформатора.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

а) пропорционально количеству витков во вторичной обмотке.

б) пропорционально количеству витков в первичной обмотке.

в) обратно пропорционально количеству витков во вторичной обмотке.

г) обратно пропорционально количеству витков в первичной обмотке.

Ответ: а).

4. Диаграмма, изображающая зависимость параметров гармоник сигнала от их частот, называется.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

а) передаточной характеристикой.

б) вольтамперной характеристикой.

в) амплитудно-частотной характеристикой.

г) спектром.

Ответ: г).

5. Наиболее сложным для подавления является следующий вид помехи.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

а) белый шум.

б) тепловой шум.

в) сосредоточенная помеха.

г) фликкер-шум.

Ответ: г).

6. Значение порогового напряжения свечения светодиода определяется.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

а) максимально допустимым прямым напряжением.

б) максимально допустимым обратным напряжением.

в) напряжением, при котором достигается максимум свечения.

г) по вольтамперной характеристике.

Ответ: г).

7. Внутренними элементами оптрона являются.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- а) светодиод и фотодиод.
- б) светодиод и фоторезистор.
- в) фотодиод и фототранзистор.
- г) фотодиод и фоторезистор.

Ответ: а).

8. Управляющий электрод тиристора должен.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

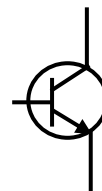
- а) выдерживать большие токи.
- б) обладать чувствительностью к помехам.
- в) иметь низкое входное сопротивление.
- г) низким потреблением тока.

Ответ: г).

9. Данное условное графическое изображение обозначает.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- а) полевой транзистор *МДП*-типа.
- б) биполярный транзистор *p-n-p* типа.
- в) биполярный транзистор *n-p-n* типа.
- г) полевой транзистор с каналом *p*-типа.



Ответ: в).

10. Транзисторная схема с общим эмиттером применяется.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- а) для гальванической развязки электрических цепей.
- б) для усиления сигнала.
- в) для стабилизации напряжения источников питания.
- г) для увеличения выходного сопротивления участка цепи.

Ответ: б).

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Структура информационных связей АСК:

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- а) информация об обмене информацией между элементами АСК.
- б) информация об источниках и приемниках электрической энергии и их связях.
- в) информация о механическом взаимодействии элементов в виде комплекта КД.
- г) информация о составе и взаимодействии средств, входящих в систему.

Ответ: а).

2. Чем определяется допустимая инерционность первичного

преобразователя(датчика)?

а) временем опроса датчика $T_{\text{опр}}$.

б) допустимым временем цикла между опросами датчика $T_{\text{ц. доп}}$.

в) минимальной постоянной времени в передаточной функции объекта контроля.

г) быстродействием АЦП.

Ответ: в).

3. Сколько точек подключения имеет дифференциальный вход измерительного устройства?

а) одну.

б) две.

в) три.

г) четыре.

Ответ: в).

4. Для устранения каких помех используют процедуру сглаживания?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

а) случайных импульсных помех.

б) шумов помех с частотами близкими частоте сигнала.

в) шумов.

г) сетевых наводок.

Ответ: б).

5. Какие сигналы наиболее восприимчивы к помехам?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

а) бинарные.

б) аналоговые.

в) импульсные.

г) цифровые.

Ответ: б).

6. Какой метод измерения не относится к группе методов сравнения?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

а) мостовой.

б) дифференциальный.

в) непосредственной оценки.

г) компенсационный.

Ответ: в).

7. Какие дефекты формируют участок прямой ветви статической ВАХ p-n перехода с отрицательным дифференциальным сопротивлением (S-образный)?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

а) замыкание металлизации на переход через поры в окисле.

- б) неоднородность распределения примеси в базовой области (последовательно включенный паразитный р-п переход).
- в) выпрямляющий контакт (последовательно включенный паразитный переход металл-полупроводник).
- г) дефекты "посадки" кристалла в корпус.

Ответ: в).

8. Какой метод наиболее информативен для оценки неоднородности лавинного пробоя р-п перехода?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- а) вольт-фарадных характеристик (ВФХ).
- б) переходных характеристик.
- в) m - характеристик.
- г) производных ВАХ.

Ответ: г).

9. Какие дефекты вызывают сдвиг прямой ветви статической ВАХ р-п перехода в большую сторону вдоль оси напряжений?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- а) загрязнение поверхности кристалла.
- б) перегрев.
- в) интерметаллические включения или другие причины, увеличивающие эквивалентное сопротивление омических контактов.
- г) микротрещины в кристалле.

Ответ: в).

10. Какой вид имеют сигналы тестового воздействия при внутрисхемном контроле

коэффициента передачи тока биполярного транзистора при неизвестных значениях шунтирующих сопротивлений?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- а) пилообразные импульсы.
- б) прямоугольные униполярные импульсы.
- в) двухполярное периодическое напряжение.
- г) ШИМ сигнал.

Ответ: в).

11. Какие виды анализа схем не позволяет выполнять система *Protel DXP*, входящая в состав *Altium Designer*?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- а) аналого-цифровое моделирование с использованием алгоритмов *Berkeley SPICE3f5/XSPICE*.
- б) моделирование аналоговых схем, описанных на языке Verilog.
- в) моделирование цифровых схем, описанных на языке *VHDL* (модуль *PeakFPGA*).

Ответ: б).

12. Какой командой меню *Protel DXP* (Altium Designer) происходит замена разъёмов источниками питания?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- а) *View| Toolbars | Power Supply.*
- б) *View| Toolbars | Simulation.*
- в) *View| Toolbars | Members.*
- г) *View| Toolbars | Simulation Sources.*

Ответ: г).

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Разработка технического задания
2. Анализ электрической принципиальной схемы РЭС по элементной базе
3. Требования к оформлению документации
4. Электрические структурные, функциональные и принципиальные схемы.
5. Чертежи печатных плат, сборочные чертежи плат с монтажом; чертежи общего вида
6. Оценка надежности и расчет установочных характеристик РЭС
7. Выбор типов комплектующих изделий.
8. Компоновка электронного блока
9. Конструирование печатных узлов
10. Разработка термической модели для транзистора на радиаторе

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 8 баллов.
2. Оценка «зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 9 до 20 баллов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Конструкции и методы изготовления печатных плат	ПК-2	Тест
2	Этапы изготовления печатных плат	ПК-2	Тест

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Пестряков В.Б., Аболтина-Аболинь Г.Я., Гаврилов Б.Г. Конструирование радиоприборов и систем: Учебник для вузов. Под ред. В.Б. Пестрякова. М.: Радио и связь, 1992. - 432 с.

2. Иванова Н.Ю., Романова Е.Б. Инструментальные средства конструкторского проектирования приборов и систем - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. - 121 с.

3. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1): Учебное пособие / Томск : ТУСУР – 2012. 120 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4930

4. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 2): Учебное пособие / Томск : ТУСУР – 2012. 132 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4929

5. Астахов Н.В., Башкиров А.В. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы проектирования приборов и систем» для направления 211000.62 "Конструирование и технология

приборов и систем", профиль «Проектирование и технология радиоприборов и систем» для всех форм обучения, - Воронеж : ВГТУ, 2014. - 49 с.

6. Методические указания по выполнению СРС по дисциплине «Основы проектирования приборов и систем» для направления 211000.62 "Конструирование и технология приборов и систем", профиль «Проектирование и технология радиоприборов и систем» для всех форм обучения, - Воронеж : ВГТУ, 2014. - 44 с.

7. Методические указания к выполнению всех видов практик для бакалавров направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж.

8. Сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах в САПР Altium Designer 6. Часть 1. Суходольский В.Ю.: Учебное пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2008. 148 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Программный комплекс проектирования печатных плат «Altium Designer»

2. Программный комплекс «Компас 3D»

3. Документация «Altium Designer»

<https://www.altium.com/ru/documentation/altium-designer>

4. Обучающие материалы «Компас 3D»

<https://kompas.ru/publications/video/>

Современная профессиональная база данных

Бесплатная база данных ГОСТ <https://docplan.ru/>

Электронная библиотека www.elibrary.ru/

Электронные библиотечные системы <https://www.iprbookshop.ru/>

<https://e.lanbook.com/>

Информационные справочные системы и сайты

ChipFind Документация <http://www.allcomponents.ru/>

Группа компаний «Промэлектроника» <https://www.promelec.ru/>

«Чип-Дип» <https://www.chipdip.ru/>

Электронная информационно-обучающая система ВГТУ

<https://old.education.cchgeu.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория укомплектованное специализированной мебелью, оборудованное техническими средствами обучения: персональными

компьютерами с лицензионным программным обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Сквозное проектирование функциональных узлов приборов и систем» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в эго тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Выполнение упражнений по представленной методике. Отработка навыков 3D моделирования. Уяснение принципов конструирования деталей из различных видов материалов с учетом технологических ограничений.
Лабораторные занятия	Выполнение индивидуального задания по разработке конструкции (3D моделей и чертежей) небольшого электронного устройства. Отработка деталей на технологичность, включая конструктивную, производственную, эксплуатационную.
Подготовка к дифференцированному зачету и экзамену	При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, полученные навыки на практических и лабораторных занятиях.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	-------------------------------	--