

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

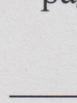
СОГЛАСОВАНО

Проректор по учебной работе


А.М. Колосов
« 29 » 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
радиотехники и электроники


В.А. Небольсин
« 17 » 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

Б1.В.04 «Основы конструирования электронных средств»

Направление подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Профиль Проектирование и технология радиоэлектронных средств

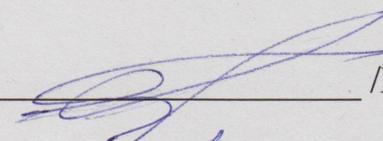
Квалификация выпускника Бакалавр

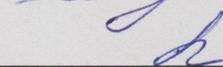
Нормативный период обучения 4 года/ 4 года 11 месяцев

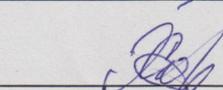
Форма обучения Очная/ Заочная

Год начала подготовки 2022 г.

Авторы программы

 /Пирогов А.А./

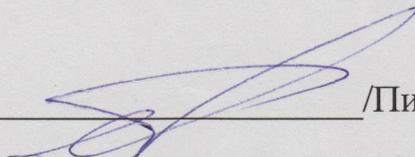
 /Турецкий А.В./

 /Хорошайлова М.В./

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры

 /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

 /Пирогов А.А./

Воронеж 2025

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины: формирование системы базовых знаний в области конструирования электронных средств (ЭС); изучение методологии разработки объемных и микроминиатюрных конструкций ЭС; приобретение знаний и навыков по реализации процесса автоматизированного конструкторского проектирования с учетом требований технического задания, особенностей конкретного производства, при обеспечении высокого качества, в том числе надежности, технологичности, экономической эффективности; овладение системой конструкторской документации.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

- освоить методологию и организацию автоматизированного конструкторского проектирования, иерархического принципа в конструкции;
- приобрести навыки проектирования с использованием стандартизации и элементов оригинальных разработок;
- приобрести навыки разработки конструкции ЭС, в целом, и составляющих модулей, электрических соединений;
- освоить приемы конструирования сложных ЭС в условиях воздействия механических и климатических факторов, воздействия электрических, магнитных и электромагнитных полей с учетом технологичности, экономичности, требований эстетики при использовании систем автоматизированного проектирования;
- приобрести умения и навыки по оформлению расчетно-конструкторской документации согласно действующей нормативной документации (ЕСТП, ЕСКД, ОСТП и ГОСТ).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы конструирования электронных средств» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 учебного плана.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы конструирования электронных средств» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен выполнять разработку программно-аппаратных комплексов, в том числе радиоэлектронных устройств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

ПК-4 - Способен подготавливать конструкторскую и технологическую документацию на радиоэлектронные устройства.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать этапы проектирования, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации; этапы компоновки радиоэлектронных модулей, узлов и электронных средств в целом с использованием современных систем автоматизированного проектирования.
	уметь применять методы и способы повышения надежности, электромагнитной совместимости и устойчивости конструкции к внешним, неблагоприятным факторам с использованием средств автоматизации проектирования
	владеть современными методами проектирования электронных средств с учетом всех технических требований; навыками 3D моделирования конструкции, позволяющими увидеть результат проведенных расчетов.
ПК-4	знать состав полного комплекта конструкторской и технологической документации электронных средств.
	уметь разрабатывать схемы, чертежи деталей, печатных плат, сборочных чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР
	владеть современными программными комплексами разработки проектной и технической документации

4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы конструирования электронных средств» составляет 7 зачётных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	180	90	90
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки	72 (32)	36	36 (32)
Самостоятельная работа	45	18	27
Курсовой проект	+		+
Контрольная работа			
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой, экзамен	27	-	27
Общая трудоемкость	час	252	108
	зач. ед.	7	3
		144	4

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	34	14	20
В том числе:			
Лекции	14	6	8
Практические занятия (ПЗ)	4	-	4
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки	16 (8)	8 (4)	8 (4)
Самостоятельная работа	205	90	115
Курсовой проект	+		+
Контрольная работа			
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой, экзамен	13	4	9
Общая трудоемкость	час	252	108
	зач. ед.	7	3
		144	4

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Структура и классификация электронных средств	Конструкция электронных средств как система. Свойства конструкций электронных средств. Структурные уровни и дробление конструкции электронных средств. Классификация электронных средств.	4	2	4	4	14
2	Конструкторское проектирование электронных средств. Выбор метода конструирования.	Характер и вид конструкторских работ и организация творческой работы. Общая методология конструирования электронных средств. Стадии разработки электронных средств. Конструкторская документация.	8	4	8	4	24
3	Современные и перспективные конструкции электронных средств	Компоновочные схемы функциональных ячеек цифровых электронных средств четвертого и пятого поколений. Компоновочные схемы блоков цифровых микроэлектронных средств четвертого и пятого поколений. Компоновочные схемы приемоусилительных функциональных ячеек микроэлектронных средств четвертого и пятого поколений. Компоновочные схемы модулей СВЧ и АФАР.	8	4	8	4	24
4	Системы базовых несущих конструкций	Конструкционные системы и иерархическая соподчиненность уровней электронных средств. Основные виды конструкционных систем. Выбор несущих конструкций и корпусирование блоков и устройств. Проблемы развития базовых несущих конструкций для современных ЭС.	4	2	8	4	18
5	Унификаций конструкций электронных средств	Государственная система стандартизации (ГСС). Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Разновидности стандартизации. Унификация электронных средств.	8	4	8	4	24
6	Обеспечение надежности электронных средств.	Показатели надежности электронных средств. Эксплуатационная надежность электронных средств. Безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность. Методы резервирования. Испытания на отказ.	8	4	12	4	28
7	Механические характеристики электронных средств. Электромагнитная совместимость электронных средств.	Механические воздействия на электронные средства. Защита блоков электронных средств от механических воздействий. Проблема электромагнитной совместимости (ЭМС). Факторы, влияющие на ЭМС элементов и узлов электронных средств. Наиболее вероятные источники и приемники наводимых напряжений (наводок).	12	6	12	4	34
8	Влагозащита и герметизация электронных средств.	Выбор способа защиты металлических деталей и узлов с учетом требований по электропроводности корпуса изделий. Герметизация. Примеры конструкций средств защиты. Выбор способа защиты от взрыво- и пожароопасной среды.	4	2	12	4	22
9	Особенности конструирования электронных средств для промышленной автоматизации. Конструирование интерфейсов «устройство-среда»: датчики и исполнительные меха-	Классификация промышленного оборудования: встраиваемые системы, архитектура встраиваемой системы. Виды датчиков. Исполнительные механизмы: электрические (сервоприводы, шаговые двигатели, соленоиды), пневматические и гидравлические цилиндры и приводы	4	2	-	4	10

	низмы							
10	Конструктивные особенности и интеграция программируемых логических контроллеров (ПЛК) в системы автоматизации	Архитектура ПЛК: центральный процессор, модули ввода/вывода (дискретные, аналоговые, специализированные), блок питания, интерфейсы связи. Принцип работы ПЛК: циклический опрос.	4	2	-	3	9	
11	Принципы конструирования систем управления электроприводами. Частотные преобразователи. Проектирование пневмоавтоматики.	Частотные преобразователи (ЧП) и управление электроприводом. Принцип широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Устройство и схема ЧП: выпрямитель, звено постоянного тока, инвертор. Способы управления. Примеры применения: насосы, вентиляторы, конвейеры, станки. Основы пневматики: подготовка сжатого воздуха (фильтр, регулятор). Основные компоненты: пневмоцилиндры (поршневые, поворотные), пневмомоторы, клапаны (распределители электромагнитные 3/2, 5/2), дроссели, обратные клапаны.	4	2	-	3	9	
12	Конструирование специализированных систем: вакуумные захваты, терморегулирование и управление температурными режимами	Вакуумные захваты. Принцип работы: эжекторы, вакуумные насосы. Компоненты: присоски (формы, материалы), датчики вакуума, предохранительные клапаны. Расчет усилия сцепления. Системы нагрева и охлаждения. Типы нагревателей: ТЭНы, индукционные, ИК-нагреватели. Управление температурой: ПИД-регуляторы, твердотельные реле (SSR), шим-модули. Системы охлаждения: чиллеры, вентиляторы	4	2	-	3	9	
Итого			72	36	72	45	225	

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Структура и классификация электронных средств	Конструкция электронных средств как система. Свойства конструкций электронных средств. Структурные уровни и дробление конструкции электронных средств. Классификация электронных средств.	1		1	17	19
2	Факторы, определяющие построение электронных средств	Факторы окружающей среды. Системные факторы, определяющие построение электронных средств. Факторы, определяющие компоновку электронных средств. Факторы взаимодействия в системе «человек-машина». Человеко-машинные системы, их классификация и свойства. Психологические характеристики и параметры человека-оператора. Рабочая зона оператора, форма рабочих зон. Размещение органов управления и средств отображения электронных средств. Выбор типа индикаторных приборов. Рекомендации по изготовлению лицевой панели.	2	0,5	1	17	20,5
3	Конструкторское проектирование электронных средств.	Характер и вид конструкторских работ и организация творческой работы. Общая методология конструирования электронных средств.	1	0,5	2	17	20,5
4	Выбор метода конструирования.	Стадии разработки электронных средств. Выбор методы конструирования. Конструкторская документация.	1			17	18

5	Современные и перспективные конструкции электронных средств	Компоновочные схемы функциональных ячеек цифровых электронных средств четвертого и пятого поколений. Компоновочные схемы блоков цифровых микроэлектронных средств четвертого и пятого поколений. Компоновочные схемы усилительных функциональных ячеек микроэлектронных средств четвертого и пятого поколений. Компоновочные схемы модулей СВЧ и АФАР.	1	0,5	2	17	20,5
6	Системы базовых несущих конструкций	Конструкционные системы и иерархическая соподчиненность уровней электронных средств. Основные виды конструкционных систем. Выбор несущих конструкций и корпусирование блоков и устройств. Проблемы развития базовых несущих конструкций для современных ЭС.	1	0,5	2	17	20,5
7	Унификаций конструкций электронных средств	Государственная система стандартизации (ГСС). Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Разновидности стандартизации. Унификация электронных средств.	1	0,5	2	17	20,5
8	Обеспечение надежности электронных средств.	Показатели надежности электронных средств. Эксплуатационная надежность электронных средств. Безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность. Методы резервирования. Испытания на отказ.	1	0,5	2	17	20,5
9	Механические характеристики электронных средств.	Механические воздействия на электронные средства. Защита блоков электронных средств от механических воздействий.	1			17	18
10	Электромагнитная совместимость электронных средств.	Проблема электромагнитной совместимости (ЭМС). Факторы, влияющие на ЭМС элементов и узлов электронных средств. Наиболее вероятные источники и приемники наводимых напряжений (наводок). Основные виды паразитных связей. Экранирование. Фильтрация. Заземление. Виды линий связи и их электрические параметры. Конструирование электрического монтажа.	1			17	18
11	Влагозащита и герметизация электронных средств.	Выбор способа защиты металлических деталей и узлов с учетом требований по электропроводности корпуса изделий. Герметизация. Примеры конструкций средств защиты. Выбор способа защиты от взрыво- и пожароопасной среды.	2	0,5	1	17	20,5
12	Особенности конструирования электронных средств различного назначения.	Конструирование наземных стационарных электронных средств. Конструирование подвижных наземных электронных средств. Конструирование бортовых электронных средств. Конструирование морских электронных средств.	1		1	18	20
Итого			14	4	16	205	239

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Конструирование функциональных узлов на печатной плате
2. Выбор и обоснование элементной базы
3. Компоновка элементов и блоков ЭС на печатной плате и в корпусе
4. Расчет надежности электронных средств на ЭВМ
5. Расчет теплового режима электронных средств на ЭВМ
6. Расчет механических воздействий блоков ЭС на ЭВМ
7. Оформление комплекта конструкторской документации

8. Проектирование модуля дискретного ввода/вывода на базе микроконтроллера
9. Проектирование печатной платы для специализированного устройства

5.3 Перечень практических работ

1. Проектирование библиотеки компонентов для автоматического установщика
2. Настройка и калибровка автоматического установщика компонентов
3. Разработка и валидация термопрофиля для печи оплавления
4. Работа на полуавтоматическом установщике для точного позиционирования компонентов
5. Комплексная работа: сборка и ремонт функционального электронного модуля
6. Разработка технологической карты и анализ дефектов монтажа

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 7 семестре для очной и заочной форм обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Разработка конструкции радиоэлектронного модуля».

Темой курсового проекта может являться как разработка конструкции наземного, бортового или морского радиоэлектронного устройства различного функционального назначения, так и задачи, связанные с исследовательской работой в области конструирования электронных средств. По конструктивной сложности разрабатываемое устройство должно относиться к изделиям второго и более высоких уровней. Курсовые проекты исследовательского профиля связаны с теоретическими и экспериментальными исследованиями в области конструирования электронных средств.

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- произвести анализ электрической принципиальной схемы и технических требований, выданных в задании на курсовой проект с выбором современной элементной базы;
- произвести расчет компоновки на плате и в корпусе;
- разработать сборочные чертежи и чертежи деталей, произвести выбор электрических соединений и соединителей, материалов и покрытий;
- выполнить конструкторские расчеты: обеспечение теплового режима, электромагнитной совместимости, электрической и механической прочности.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

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 этапы проектирования, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации; этапы компоновки радиоэлектронных модулей, узлов и электронных средств в целом с использованием современных систем автоматизированного проектирования.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методы и способы повышения надежности, электромагнитной совместимости и устойчивости конструкции к внешним, неблагоприятным факторам с использованием средств автоматизации проектирования	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными методами проектирования электронных средств с учетом всех технических требований; навыками 3D моделирования конструкции, позволяющими увидеть результат проведенных расчетов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать состав полного комплекта конструкторской и технологической документации электронных средств.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать схемы, чертежи деталей, печатных плат, сборочных чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными программными комплексами разработки проектной и технической документации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	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 6, 7 семестре для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	знать этапы проектирования, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации; этапы компоновки радиоэлектронных модулей, узлов и электронных средств в целом с использованием современных систем автоматизированного проектирования.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять методы и способы повышения надежности, электромагнитной совместимости и устойчивости конструкции к внешним, неблагоприятным факторам с использованием средств автоматизации проектирования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными методами проектирования электронных средств с учетом всех технических требований; навыками 3D моделирования конструкции, позволяющими увидеть результат проведенных расчетов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать состав полного комплекта конструкторской и технологической документации электронных средств.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь разрабатывать схемы, чертежи деталей, печатных плат, сборочных чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными программными комплексами разработки проектной и технической документации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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. Что представляет собой методология решения задач конструирования РЭС?
 - а) комплексная структура мероприятий, способствующая решению задачи в процессе успешного ее применения;
 - б) это набор действий, приводящий к решению задачи;
 - в) это учение о логической организации, методах и средствах какой-либо деятельности, логика познания чего-либо, логика использования методов, моделей, средств для достижения необходимого результата;
 - г) все ответы неправильные.

2. Вместо одновременного проектирования подсистем в практике производят последовательное проектирование подсистем с...
 - а) запаздыванием;
 - б) возвратом;
 - в) последовательной обратной связью;
 - г) все варианты правильные.

3. Особый вид проектирования, когда объектом действия является конструкция РЭС это:
 - а) конструирование РЭС;
 - б) разработка техпроцесса;
 - в) тепловой расчет;
 - г) расчет прочности.

4. Какими характеристиками оценивают жизнь РЭС?
 - а) прочность РЭС, качество РЭС;
 - б) механическая стойкость РЭС, качество конструкции;
 - в) проектирование и конструирование;
 - г) качество РЭС, способность РЭС удовлетворять потребностям общества по функционированию, задержка удовлетворения потребности общества в РЭС.

5. Для чего необходима систематизация и классификация факторов, влияющих на проектирование РЭС?
 - а) чтобы наиболее эффективно организовать моделирование;
 - б) для контроля над качеством конструкций РЭС;
 - в) для выявления ошибок при проектировании;
 - г) чтобы наиболее эффективно организовать процесс проектирования при определенном уровне знаний о нем.

6. Какие факторы влияют на процесс проектирования и определяют результат?

- а) системные и условия эксплуатации;
- б) факторы окружающей среды;
- в) человеческие факторы;
- г) все перечисленные факторы.

7. Основные проблемы конструирования и производства радиоэлектронных средств:

- а) миниатюризация;
- б) повышение КПД;
- в) увеличение размеров радиоэлектронных модулей;
- г) повышение потребляемой мощности радиоэлектронных средств.

8. Этапы развития конструкций РЭС:

- а) системотехнический;
- б) математический;
- в) схемотехнический;
- г) конструкторско-технологический;
- д) инновационный.

9. Показатели РЭС:

- а) транспортно-заготовительные;
- б) конструктивные;
- в) технологические;
- г) инновационные
- д) экономические;
- е) эксплуатационные.

10. Сколько существует категорий размещения ЭС на объекте?

- а) 3;
- б) 4;
- в) 5;
- г) 6.

11. Наличие паразитных связей в ЭС обусловлено:

- а) увеличением плотности токов в схемах;
- б) применением систем на кристалле;
- в) повышении плотности электро монтажа в пределах полупроводниковых ИМС;
- г) применение многоуровневой разводки;
- д) снижение напряжения питания.

12. ТЗ на изготовление ЭС формируется на основании ...

- а) назначения изделия;
- б) заявки на разработку;
- в) технических требований;

г) желания заказчика.

13. Какие из групп факторов, определяющих ТЗ, не являются системными факторами?

- а) назначения;
- б) объект-носитель;
- в) условия и ограничения технологии производства;
- г) человек-оператор.

14. Места установки РЭС, характеризующиеся наименьшим и наибольшим коэффициентом влияния на надежность.

- а) лабораторные благоустроенные помещения и мощная ракета;
- б) лабораторные благоустроенные помещения и самолет;
- в) стационарные наземные помещения и мощная ракета;
- г) защищенные отсеки кораблей и управляемый снаряд.

15. Под механическим колебанием элементов аппаратуры или конструкции в целом понимается:

- а) перегрузка;
- б) вибрация;
- в) тряска;
- г) толчки.

16. Выступающая часть монтажного провода над поверхностью платы не должна превышать:

- а) 0,5-1,6 мм;
- б) 1,6-4 мм;
- в) 0,2 мм;
- г) 4-56 мм.

17. Сколько Мбит/сек без потерь способна пропускать волокнисто-оптическая линия:

- а) до 20;
- б) до 2000;
- в) до 500;
- г) до 2.

18. Назовите металл с самой высокой коррозионной стойкостью:

- а) медь (Cu);
- б) железо (Fe);
- в) алюминий (Al);
- г) свинец (Pb).

19. Защиты полыми оболочками приводит к:

- а) повышению трудоемкости в 2-3 раза по сравнению с монолитными;

- б) стоимость оболочек составляет 20-45% стоимости изделия;
- в) все ответы правильные;
- г) значительному уменьшению плотности компоновки.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Влияние влаги на РЭС приводит к изменению свойств материалов элементов Г конструкции S, в свою очередь приводящие к изменению:
 - а) свойств самих элементов Г, а затем - систем S;
 - б) свойств системы S, а затем элементов Г;
 - в) повышению расходов на эксплуатацию;
 - г) все ответы неправильные.

2. Нормальными климатическими условиями принято считать температуру...
 - а) от -1 C^0 до 10 C^0 ;
 - б) от -15 C^0 до 45 C^0 ;
 - в) от $+3\text{ C}^0$ до $+25\text{ C}^0$;
 - г) от 15 C^0 до 30 C^0 .

3. К чему приводит наличие влажности на поверхности полупроводниковых приборов?
 - а) к электрохимической и химической коррозии;
 - б) к накоплению зарядов в полупроводнике под влиянием поверхностных ионов;
 - в) к увеличению диэлектрической проницаемости;
 - г) к потере и утечке в диэлектриках.

4. Виброчастотная характеристика объекта позволяет:
 - а) определить собственную частоту;
 - б) определить коэффициент передачи колебаний;
 - в) при известном диапазоне внешних воздействий - определить защищенность объекта и предложить способ повышения защищенности;
 - г) все ответы не полные.

5. Нормальными условиями принято считать
 - а) $p=101325\text{ Па}$, $T=273,15\text{ К}$
 - б) $p=760\text{ мм.рт. ст.}$, $t=0\text{ }^\circ\text{C}$
 - в) $p=101325\text{ Па}$, $t=20^\circ\text{C}$
 - г) $p=101,325\text{ Па}$, $T=273,15\text{ К}$

6. Вибрацию свыше 140 дБ считают:
 - а) полигармонической вибрацией;
 - б) линейным ускорением;
 - в) гармонической вибрацией;

г) акустическим шумом.

7. В процессе приработки электронных средств из 120 штук вышло из строя 10. Требуется вычислить вероятность исправной работы и вероятность отказа ЭС на начальном этапе эксплуатации.

- а) 0,68 и 0,02;
- б) 0,72 и 0,04;
- в) 0,76 и 0,05;
- г) 0,82 и 0,07;
- д) 0,92 и 0,08.

8. Известно, что вероятность исправной работы ЭС на интервале времени от 100 до 200 часов составила 0,98. Число испытываемых изделий $N_0=1000$ шт., число отказов в указанном интервале – 5. Требуется найти число ЭС, исправных к моменту 100 и 200 часов.

- а) 220 и 215;
- б) 225 и 235;
- в) 230 и 240;
- г) 240 и 240;
- д) 250 и 245.

9. Интенсивность отказов радиоэлектронных компонентов зависит от времени и выражается функцией ожидаемой интенсивности отказа $\lambda(t) = \frac{k^2 t}{1+kt}$. Требуется найти зависимость от времени вероятности безотказной работы изделия. Определить вероятность безотказной работы за 100 часов, если $k=2 \cdot 10^{-4}$ ч⁻¹.

- а) 0,975;
- б) 0,897;
- в) 0,998;
- г) 0,796;
- д) 0,97.

10. Время восстановления ЭС равно 5 часам при вероятности безотказной работы 0,9 и времени выполнения задания $P(t_3)=0,81$. Требуется рассчитать: время работы; коэффициент готовности; время наработки на отказ.

- а) 32 часа; 0,485; 10,3 часа;
- б) 47 часов; 0,562; 12 часов;
- в) 64 часа; 0,729; 13,5 часов;
- г) 72 часа; 0,853; 15,5 часов;
- д) 82 часа; 0,922; 17,5 часов.

11. Радиоэлектронная система состоит из пяти резервных блоков. Вероятность отказа каждого из блоков за время t равна 0,25. Требуется определить вероятность того, что за время t будет исправен хотя бы один блок; откажут

все пять блоков.

- а) 0,011; 0,002;
- б) 0,013; 0,011;
- в) 0,012; 0,001;
- г) 0,015; 0,022;
- д) 0,015; 0,001.

12. Радиоэлектронное средство состоит из трех модулей, с интенсивностями отказов: $\lambda_1=10^{-6} \text{ ч}^{-1}$; $\lambda_2=10^{-5} \text{ ч}^{-1}$; $\lambda_3=10^{-4} \text{ ч}^{-1}$. Второй модуль проработал исправно 100 часов, а третий 200 часов. Первый модуль работал исправно 300 часов. Требуется найти вероятность безотказной работы всего радиоэлектронного средства за 300 часов работы.

- а) 0,967;
- б) 0,972;
- в) 0,981;
- г) 0,985;
- д) 0,992.

13. Амперметр с пределами измерений I_n показывает I_x . Погрешность от подключения амперметра в цепь Δ_s . Среднее квадратическое отклонение показаний прибора σ_I . Требуется рассчитать доверительный интервал для истинного значения измеряемой силы тока цепи с вероятностью $P = 0,9544$ ($t_p=2$). Исходные данные: $I_n = 10 \text{ A}$, $I_x = 9 \text{ A}$, $\Delta_s = +0,4 \text{ A}$, $\sigma_I = 0,4 \text{ A}$.

- а) [6,2; 7,8];
- б) [6,9; 8,3];
- в) [7,8; 9,4];
- г) [8,4; 8,9];
- д) [9,0; 9,9].

14. Определите потери в свободном пространстве сигнала с частотой 30 ГГц при распространении на расстояние 1 км в размах и дБ.

- а) $1,12 \cdot 10^{10}$ раз и 251,1 дБ;
- б) $1,58 \cdot 10^{12}$ раз и 121,98 дБ;
- в) $1,22 \cdot 10^9$ раз и 96,33 дБ;
- г) $1,22 \cdot 10^{14}$ раз и 144,11 дБ;
- д) $1,58 \cdot 10^{12}$ раз и 121,98 дБ.

15. Требуется изолировать плоскую поверхность таким образом, чтобы потеря тепла с единицы поверхности в единицу времени была не больше 450 Вт/м^2 . Под изоляцией температура поверхности $450 \text{ }^\circ\text{C}$, а температура внешней поверхности теплоизоляции $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Требуется определить толщину изоляции если: а) изоляция сделана из совелита ($\lambda=0,09+0,0000872 \cdot t \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$); б) изоляция сделана из асботермита ($\lambda=0,109+0,000146 \cdot t \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$).

- а) $\delta_1=0,0994 \text{ м}$; $\delta_2=0,129 \text{ м}$;
- б) $\delta_1=0,0788 \text{ м}$; $\delta_2=0,11 \text{ м}$;

- в) $\delta_1=0,12$ м; $\delta_2=0,33$ м;
- г) $\delta_1=1,2998$ м; $\delta_2=0,312$ м;
- д) $\delta_1=0,0054$ м; $\delta_2=0,009$ м.

16. Пластинчатый радиатор длиной $l=0,2$ м, шириной $a=0,15$ м охлаждается обтекаемым потоком воздуха с температурой $t_0=20^{\circ}\text{C}$. Скорость набегающего потока воздуха $w_0=3$ м/с. Температура поверхности радиатора $t_p=90^{\circ}\text{C}$. Найдите коэффициент теплоотдачи радиатора и количество отдаваемой теплоты. Следует считать режим движения воздушной среды ламинарным и охлаждается только одна сторона радиатора.

- а) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=2,65$ Вт/($\text{m}^2 \cdot \text{K}$); $Q=8$ Вт;
- б) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=4,87$ Вт/($\text{m}^2 \cdot \text{K}$); $Q=10$ Вт;
- в) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=5,32$ Вт/($\text{m}^2 \cdot \text{K}$); $Q=12$ Вт;
- г) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=6,12$ Вт/($\text{m}^2 \cdot \text{K}$); $Q=14$ Вт;
- д) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=7,52$ Вт/($\text{m}^2 \cdot \text{K}$); $Q=15$ Вт.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Что из перечисленного является ключевым отличием встраиваемой системы (embedded system) от персонального компьютера?

- а) Наличие процессора
- б) Выполнение только одной строго определённой задачи
- в) Использование операционной системы
- г) Выполнение строго определённых задач с высокими требованиями к надёжности и времени отклика, часто без ОС или со специализированной ОС

2. Какой тип датчика используется для измерения бесконтактного положения объекта и выдает дискретный сигнал (вкл/выкл)?

- а) Потенциометр
- б) Тензодатчик
- в) Индуктивный датчик
- г) Термопара

3. Какой тип электродвигателя обеспечивает точное позиционирование за счет преобразования последовательности электрических импульсов в дискретные угловые перемещения (шаги)?

- а) Сервопривод
- б) Шаговый двигатель
- в) Асинхронный двигатель
- г) Соленоид

4. Исполнительный механизм, преобразующий электрическую энергию в линейное перемещение с помощью электромагнитного поля, – это:

- а) Пневмоцилиндр

- б) Сервопривод
- в) Соленоид
- г) Шаговый двигатель

5. Основная архитектура ПЛК не включает в себя:

- а) Центральный процессор (CPU)
- б) Модули ввода/вывода (I/O)
- в) Блок питания
- г) Графический процессор (GPU)

6. Модуль ввода ПЛК, который может принимать сигнал от датчика давления 4...20 мА, называется:

- а) Дискретный вход
- б) Аналоговый вход
- в) Специализированный вход
- г) Интерфейсный модуль

7. Основным принципом работы программы ПЛК называется:

- а) Обработка прерываний
- б) Циклический опрос (сканирование)
- в) Параллельное выполнение
- г) Событийное программирование

8. Для связи ПЛК с другими устройствами (например, с панелью оператора или другим ПЛК) по стандартному протоколу используется:

- а) Модуль дискретного вывода
- б) Коммуникационный модуль (интерфейс связи)
- в) Блок питания
- г) Аналоговый входной модуль

9. Принцип широтно-импульсной модуляции (ШИМ) используется в частотных преобразователях для:

- а) Выпрямления переменного тока
- б) Формирования выходного напряжения переменного тока нужной частоты и амплитуды путем быстрого включения/выключения ключей
- в) Фильтрации гармоник
- г) Измерения скорости двигателя

10. Какая из перечисленных секций частотного преобразователя отвечает за сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения?

- а) Выпрямитель
- б) Звено постоянного тока (DC-link)
- в) Инвертор
- г) Блок управления

11. Основная цель использования частотного преобразователя для управления

асинхронным двигателем насоса – это:

- а) Увеличение пускового тока
- б) Энергосбережение за счет регулировки скорости вращения в зависимости от потребности
- в) Преобразование постоянного тока в переменный
- г) Увеличение механической мощности двигателя

12. Для подготовки сжатого воздуха в пневмосистеме используется блок подготовки воздуха (FRL), который включает в себя:

- а) Фильтр, редуктор, лубрикатор (маслораспылитель)
- б) Клапан, цилиндр, дроссель
- в) Компрессор, ресивер, охладитель
- г) Сервоуправление, датчик, привод

13. Электромагнитный клапан с пятью портами и двумя позициями (5/2) предназначен для:

- а) Регулировки скорости движения пневмоцилиндра
- б) Управления двусторонним действием пневмоцилиндра (подача воздуха на шток и на противоположную полость)
- в) Подключения одного исполнительного механизма
- г) Поддержания постоянного давления в системе

14. Устройство, создающее вакуум в системах с вакуумными захватами за счет энергии сжатого воздуха (эффект Вентури), называется:

- а) Вакуумный насос
- б) Эжектор
- в) Предохранительный клапан
- г) Ресивер

15. Основной компонент системы вакуумного захвата, непосредственно контактирующий с объектом, – это:

- а) Датчик вакуума
- б) Присоска (вакуумная чашка)
- в) Эжектор
- г) Обратный клапан

16. Для точного управления мощностью нагревательного элемента (например, ТЭНа) по сигналу ПИД-регулятора чаще всего используется:

- а) Электромеханическое реле
- б) Твердотельное реле (SSR)
- в) Автоматический выключатель
- г) Модуль дискретного вывода ПЛК

17. Тип системы охлаждения, представляющий собой замкнутый контур с чиллером (холодильной установкой), используется для:

- а) Обдува печатных плат

- б) Отвода больших тепловых мощностей от промышленного оборудования (например, лазеров, пресс-форм)
- в) Обогрева помещения
- г) Охлаждения сжатого воздуха

18. Основная цель разработки и валидации термопрофиля для печи оплавления – это:

- а) Ускорение процесса пайки
- б) Обеспечение правильного температурного режима для активации флюса, расплавления припоя и предотвращения термических повреждений компонентов
- в) Калибровка датчиков температуры в печи
- г) Настройка скорости конвейера

19. При разработке технологической карты на этапе монтажа электронных компонентов ключевым моментом является:

- а) Последовательность операций, требования к оборудованию, режимы и контрольные точки
- б) Схема электрических соединений
- в) Программа для ПЛК
- г) Выбор материала корпуса устройства

20. Какой дефект монтажа (наиболее вероятно) возникнет при неправильно разработанном термопрофиле (например, недостаточный нагрев)?

- а) Перегрев компонента
- б) Холодная пайка (недостаточное сплавление припоя)
- в) Короткое замыкание
- г) Электромиграция

21. При проектировании библиотеки компонентов для автоматического установщика (pick-and-place) самые важные данные – это:

- а) Цвет корпуса компонента
- б) Точные координаты центра компонента (центроид) и угол поворота относительно посадочного места на печатной плате
- в) Производитель компонента
- г) Дата выпуска компонента

22. Процесс калибровки автоматического установщика компонентов включает в себя:

- а) Настройку температуры пайки
- б) Калибровку системы зрения (камер) и точности позиционирования головок с помощью эталонной платы
- в) Программирование ПЛК
- г) Калибровку датчиков вакуума на захватах

23. Основная цель валидации термопрофиля печи оплавления – это:

- а) Проверка скорости конвейера
- б) Подтверждение того, что температурная кривая на тестовой плате соответствует требованиям технологического процесса и паяльной пасты
- в) Калибровка вентиляторов охлаждения
- г) Измерение потребляемой мощности печи

24. Ключевое преимущество использования полуавтоматического установщика компонентов – это:

- а) Высокая скорость массового производства
- б) Возможность точного позиционирования крупных, нестандартных или чувствительных компонентов, которые сложно автоматизировать
- в) Полное отсутствие участия оператора
- г) Автоматическое создание библиотеки компонентов

25. Какой инструмент является ОСНОВНЫМ для ремонта (демонтажа/монтажа) компонентов на функциональном электронном модуле?

- а) Мультиметр
- б) Термовоздушная паяльная станция или паяльный фен
- в) Осциллограф
- г) Отвертка

26. При разработке технологической карты (ТП) на сборку электронного модуля в разделе «Контроль качества» обязательно указывается:

- а) Зарплата оператора
- б) Тип и методы контроля (визуальный, оптический, AOI), контрольные точки и допустимые дефекты
- в) Схема электрическая принципиальная
- г) Программа для микроконтроллера

27. Дефект пайки «холодная пайка» визуально характеризуется:

- а) Гусклой, шероховатой поверхностью паяного соединения и возможными трещинами
- б) Сферическими шариками припоя, разбросанными по плате
- в) Избыточным количеством припоя, коротким замыканием выводов
- г) Отсутствием припоя на контактной площадке

28. Какой дефект (наиболее вероятно) возникнет, если компонент перед пайкой был смещен с посадочного места, а автоматический оптический контроль (AOI) не был настроен на его детекцию?

- а) Перегрев компонента
- б) Короткое замыкание (мостик) между выводами или непропай
- в) Трещина в компоненте
- г) Окисление контактных площадок

29. Для измерения фактической температуры в различных точках платы при разработке термопрофиля используется:

- а) Пирометр
- б) Термопара, подключаемая к профилемеру и размещаемая на плате
- в) Термометр сопротивления
- г) Инфракрасная камера печи

30. Первое действие перед началом ремонта (разборкой/пайкой) функционального электронного модуля – это:

- а) Прогрев платы феном
- б) Обесточивание модуля и соблюдение мер антистатической безопасности (ESD)
- в) Промывка платы от флюса
- г) Визуальный осмотр на наличие трещин

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

1. Конструкция ЭС как система. В чём разница понятий “радиоэлектронные средства” и “электронные средства”? Дайте понятие конструированию ЭС.

2. Свойства конструкций ЭС. Структурные уровни. Что характеризует структура конструкции ЭС? Чем она определяется?

3. Как можно представить абстрактную модель конструкции ЭС? Почему формализация процесса конструирования ЭС с математической точки зрения является плохо формулируемой задачей?

4. Каковы разновидности функциональной внутренней связи конструкции? С какими составными частями в системе должна быть согласована конструкция ЭС?

5. Классификация электронных средств.

6. Факторы окружающей среды влияющие на работу ЭС. Как влияет температура и влажность на ЭС?

7. Требования к ЭС летательных аппаратов. Каким образом влияет пыль и песок на ЭС?

8. Разновидности фонового излучения. Вредные факторы биологической среды.

9. Системные факторы, определяющие построение электронных средств.

10. Факторы взаимодействия в системе «человек-машина». Человеко-машинные системы, их классификация и свойства. Психологические характеристики и параметры человека-оператора.

11. Рабочая зона оператора. Форма рабочих зон. Размещение органов управления. Размещение средств отображения. Выбор типа индикаторных приборов.

12. Характер и вид конструкторских работ и организация творческой работы при проектировании ЭС.

13. Характер и вид конструкторских работ. Организация творческой ра-

боты конструктора. Что включает в себя поисковая стадия творческой работы конструктора?

14. Общая методология конструирования ЭС. Каким целям служит стадия вариационного анализа? Охарактеризуйте геометрический метод конструирования ЭС.

15. Эвристический метод конструирования ЭС. Этапы автоматического конструирования ЭС.

16. Стадии разработки ЭС. Техническое задание как стадия разработки ЭС.

17. Всегда ли существует этап технического предложения? какие виды работ выполняются на этом этапе? Какова цель технического проекта?

18. Выбор метода конструирования.

19. Конструкторская документация. Какие Вы знаете графические КД? текстовые КД?

20. Какие типы корпусов ИС отвечают требованиям “поверхностного монтажа”? Особенности блоков кассетной компоновки.

21. Конструкционные системы и иерархическая соподчиненность уровней ЭС.

22. Основные виды конструкционных систем.

23. Выбор несущих конструкций и корпусирование блоков и устройств.

24. Проблемы развития БНК для современных ЭС.

25. Государственная система стандартизации (ГСС). Дайте определение “стандартизации”. Цели и задачи стандартизации.

26. Дайте характеристику Государственной системе стандартизации. Какова цель комплексной стандартизации?

27. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Какие группы стандартов ЕСКД вы знаете?

28. Разновидности стандартизации.

29. Унификация ЭС. Что такое типизация? Дайте определение понятию агрегатирование.

30. Механические воздействия на ЭС. Защита блоков ЭС от механических воздействий. Приведите АЧХ амортизационной системы.

31. Дайте определения вибропрочности и виброустойчивости ЭС. ФУ на ПП вошёл в механический резонанс, предложите конструктивные мероприятия, которые позволят выйти из резонанса. Какие типы амортизаторов Вы знаете?

32. Проблема ЭМС. Факторы, влияющие на ЭМС элементов и узлов ЭС.

33. Наиболее вероятные источники и приемники наводимых напряжений (наводок).

34. Дайте определение электромагнитной совместимости ЭС. Что такое «статическая помехоустойчивость» цифровых ИС?

35. Перечислите вероятные источники помех, вероятные приемники (рецепторы) помех. Начертите принципиальную схему ВИПа.

36. Приведите факторы, влияющие на кондуктивные помехи на высоких и низких частотах.

37. Основные виды паразитных связей. Паразитная связь через общее сопротивление.

38. Паразитная индуктивная связь. Паразитная связь через электромагнитное поле и волноводная связь.

39. Экранирование. Принцип экранирования электрического поля.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Принцип экранирования магнитного поля. Почему действие экрана в электрическом поле бывает отрицательно?

2. Какой материал используют для экрана в постоянных и медленно изменяющихся полях и в ВЧ – магнитных полях? Что такое «скин – слой», где он учитывается в экранировании?

3. Фильтрация помех в ЭС.

4. Заземление. Почему каждый корпус цифровых ИС в ТЭЗе по питанию шунтируется конденсатором? Какие схемы заземления Вы знаете?

5. Виды линий связи и их электрические параметры.

6. Волоконно-оптические линии связи. На каких частотах используются коаксиальные кабели, микрополосковые линии?

7. Конструирование электрического монтажа. Классификация электро-монтажа ЭС.

8. Требования к электрическому монтажу ЭС. Требования к контактными узлам (разъёмным и неразъёмным).

9. Конструирование электро-монтажа объёмным проводом. Преимущества печатного, шлейфового и плёночного монтажа.

10. Разъёмы в ЭС. Виды, типы и их характеристики.

11. Выбор способа защиты металлических деталей и узлов с учетом требований по электропроводности корпуса изделий. Приведите покрытие корпуса для аппаратуры, работающей в условиях влажных тропиков.

12. Что такое воронение? Какие металлы им защищаются? Приведите примеры записи воронения в КД.

13. Какие вы знаете неметаллические покрытия? Приведите примеры. Как их записывают в КД?

14. К какому виду покрытия относится анодное оксидированное? Что покрывается и как записывается в КД?

15. К какому виду покрытия относится хромирование? Запись его в КД.

16. Защита изделий изоляционными материалами. Расскажите суть пропитки, заливки, обволакивания, опрессовки?

17. Герметизация с помощью герметичных корпусов. На какие группы разделяются способы герметизации? Какими способами обеспечивается герметизация?

18. Каким критерием оценивается герметичность корпуса? Приведите формулу. Какие вы знаете способы определения герметичности корпуса?

19. Объясните, почему встраиваемые системы (embedded systems), в отличие от универсальных компьютеров, часто проектируют с ограничен-

ными ресурсами (маломощный CPU, мало памяти). Какие ключевые преимущества это дает для задач промышленной автоматизации?

20. Сравните принцип работы и области применения сервопривода и шагового двигателя. В каком случае критически важна обратная связь по положению и почему?

21. Опишите путь сигнала в ПЛК: от поступления сигнала с аналогового датчика давления на входной модуль до формирования сигнала управления на аналоговом выходе для клапана.

22. Почему циклический опрос (scan cycle) является преимуществом для ПЛК в промышленных условиях с высоким уровнем электромагнитных помех?

23. Объясните, как принцип ШИМ в частотном преобразователе позволяет управлять скоростью асинхронного электродвигателя.

24. Насос управляется частотным преобразователем. Объясните, почему это решение энергоэффективнее простого регулирования заслонкой?

25. Для управления двусторонним пневмоцилиндром используется клапан 5/2. Нарисуйте его условное обозначение и объясните назначение каждого из 5 портов.

26. Почему в пневмосистеме после компрессора и ресивера обязательно устанавливается блок подготовки воздуха (FRL – Filter, Regulator, Lubricator)? Опишите функцию каждого компонента.

27. В чем ключевое различие между вакуумным эжектором и вакуумным насосом? Какой принцип используется в каждом случае и в каких применениях предпочтителен тот или иной вариант?

28. Для точного поддержания температуры термопластавтомата используется ПИД-регулятор. Объясните, как твердотельное реле (SSR) и ШИМ-модуль используются для управления ТЭНами по сигналу от этого регулятора.

29. При разработке библиотеки для автоматического монтажника какие три ключевых геометрических параметра компонента должны быть определены наиболее точно? Почему?

30. Что такое "холодная пайка"? Опишите ее визуальные признаки и основную причину возникновения.

31. Какой дефект пайки (наиболее вероятно) возникает при неправильном нанесении паяльной пасты (например, смещение или неравномерная толщина трафарета)?

32. Почему для разработки термопрофиля печи оплавления используют именно термодатчики, припаянные к тестовой плате, а не встроенные датчики печи или пирометр?

33. Каковы первоочередные действия при ремонте электронного модуля, перед тем как начать его разборку/пайку?

34. В чем заключается основная задача технологической карты (ТП) на процесс сборки электронного модуля?

35. Архитектура "звена постоянного тока" (DC-Link) в частотном преобразователе включает большой конденсатор. Какова его основная

функция?

36. Почему для управления мощными нагревательными элементами (ТЭНами) предпочтительнее использовать твердотельное реле (SSR), а не электромеханическое?

37. Какие два основных фактора влияют на усилие сцепления вакуумного захвата? Как рассчитать необходимое усилие для подъема объекта?

38. Опишите типичный цикл работы ПЛК (scan cycle) и укажите, в какой его фазе происходит физическое обновление состояний выходных сигналов.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Структура и классификация электронных средств	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
2	Факторы, определяющие построение электронных средств	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
3	Конструкторское проектирование электронных средств. Выбор метода конструирования.	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
4	Современные и перспективные конструкции электронных средств	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
5	Системы базовых несущих конструкций	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
6	Унификаций конструкций электронных средств	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
7	Обеспечение надежности электронных средств.	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
8	Механические характеристики электронных средств. Электромагнитная совместимость электронных средств.	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
9	Влагозащита и герметизация электронных средств.	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
10	Особенности конструирования электронных средств различного назначения.	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту

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 методике 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 методике 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 методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к проекту, 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. Башкиров, А.В. Проектирование электронных средств : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. - 185 с.
2. Болгов А.Т. Основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб. пособие. - Воронеж : ВГТУ, 2006. - 228 с. - ISBN 5-7731-0136-X.
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. Уварова А.С. Проектирование и конструирование электронных средств / А.С. Уварова. – Издательство: Горячая Линия - Телеком, 2004 г.-760 с.
6. Башкиров, А.В. Пособие по курсовому проектированию по дисциплине «Основы проектирования электронных средств» / А.В. Башкиров, А.А. Соболев. – Воронеж : ВГТУ, 2008. – 147 с.

7. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы конструирования электронных средств» для студентов направления «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») для всех форм обучения / Каф. конструирования и производства радиоаппаратуры; Сост.: Н. В. Астахов, А. В. Башкиров. – Воронеж : ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. – 49 с. – Режим доступа: [Практ 211000](#).
8. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Основы конструирования электронных средств» для студентов направления «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») для всех форм обучения / Каф. конструирования и производства радиоаппаратуры; Сост.: Н. В. Астахов, А. В. Башкиров. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. – 44 с. – Режим доступа: [СРС 211000](#) .

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:

Перечень ПО, включая перечень лицензионного программного обеспечения:

ОС Windows 7 Pro;
Media Player Classic Black Edition;
Google Chrome;
Microsoft Office 64-bit;
Компас 3D;
DesignSpark PCB;
Altium Designer;

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> – единое окно доступа к информационным ресурсам;
<http://www.edu.ru/> – федеральный портал «Российское образование»;

Образовательный портал ВГТУ;
<http://www.iprbookshop.ru/> – электронная библиотечная система IPRbooks;

www.elibrary.ru – научная электронная библиотека

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

<https://docplan.ru/> – бесплатная база ГОСТ

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;
- экран настенный;
- учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации

Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, эмуляторами КР580 и EMURK286, подключенные к сети Интернет — 14 шт.;
- источник питания НУ3020Е- 9350 – 6 шт.;
- источник питания Б5-49 – 3 шт.;
- осциллограф GDS – 5 шт.;
- осциллограф цифровой запоминающий ОЦЗС02;
- универсальный генератор сигналов DG1022 – 4 шт.;
- цифровой осциллограф MSO2072A;
- электронная программируемая нагрузка AEL-8320 – 4 шт.;
- вольтметр В7-16А;
- частотомер MS6100;
- частотомер ЧЗ-35А

Производственная площадка с SMD-линией монтажа печатных плат дизайн-центра электроники «Силовая электроника».

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;
- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки;
- переносной микрофон.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОС- ВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «Основы конструирования электронных средств» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе. Лекция 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 его 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.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ. Лабораторные работы важны тем, что деятельность студентов приближается к деятельности инженера, способствуя приобретению навыков исследовательской работы, освоению методики экспериментальной работы, ознакомлению с радиоэлектронным оборудованием, обучению правилам безопасной работы с оборудованием.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению 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

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Зачет с оценкой – 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	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей

	<p>теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)**

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу учебной дисциплины
«Основы конструирования электронных средств»
направления подготовки (специальности)
11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»
профиль
«Проектирование и технология радиоэлектронных средств»
уровень высшего образования: Бакалавр
форма обучения: Очная/ Заочная

Разработчики: Пирогов А.А., Турецкий А.В., Хорошайлова М.В.
Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

Содержание рабочей программы дисциплины (далее – РПД) соответствуют требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» и учебному плану.

РПД соответствует требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию РПД по дисциплине, а именно:

1. Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2. Структура и содержание дисциплины соответствует учебному плану.

3. РПД содержит следующие структурные элементы: титульный лист, паспорт (цель и задачи, формируемые компетенции, знания, умения и навыки, объем дисциплины и виды учебной деятельности); содержание дисциплины, темы практических и лабораторных занятий, учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины, примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности).

Перечень компетенций соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств». Профессиональные компетенции разработаны с учетом поставленных целей и задач РПД.

Программа рассчитана на «252» часа, из которых «108» часов отводится на практические и лабораторные занятия. Самостоятельная работа составляет «45» часов учебного времени, спланированы ее тематика, виды и формы в каждом разделе.

Показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результатов обучения, уровней сформированности компетенций.

Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

Направленность РПД по дисциплине соответствует целям ОП по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», профстандартам.

На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что РПД по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рецензент:

Шуваев Владимир Андреевич, к.т.н., доцент,
Генеральный директор АО НВП «ПРОТЕК»

Дата: 29.08.2025 г.

Генеральный директор

В.А. Шуваев
(подпись)
