


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин

«31» августа 2021 г.


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

«Основы конструирования и технологии производства РЭС»

Специальность 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
Направленность Радиоэлектронные системы передачи информации  
Квалификация выпускника Инженер  
Нормативный период обучения 5,5 лет  
Форма обучения Очная  
Год начала подготовки 2020 г.

Автор программы  /Худяков Ю.В./

Заведующий кафедрой  
радиоэлектронных устройств  
и систем  /Журавлёв Д.В./

Руководитель ОПОП  /Журавлёв Д.В./

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины: практически и теоретически подготовить будущих специалистов в области разработки конструкции и технология изготовления радиоэлектронных средств (РЭС) различных уровней сложности: тонкопленочные микросборки, функциональные ячейки, блоки, несущие конструкции, элементы коммутации.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование у студентов знаний по уровням разукрупнения РЭС, элементной и конструктивной базам, защите РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды, непреднамеренных помех и ионизирующих излучений, Получить навыки проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения, а также изучить базовые технологические процессы в производстве РЭС и основы их проектирования, системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС; основы контроля и управления качеством.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы конструирования и технологии производства РЭС» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы конструирования и технологии производства РЭС» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-6 - Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ОПК-6	Знает современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий
	Умеет использовать комплексный подход в своей деятельности, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий
	Владеет способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Основы конструирования и технологии производства РЭС» составляет 4 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		6			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>90</b>	<b>90</b>			
В том числе:					
Лекции	36	36			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>	<b>54</b>			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа	-	-			
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой	+	+			
Общая трудоемкость	час	144	144		
	зач. ед.	4	4		

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб зан.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения о конструировании электронных средств.	Понятие инженерного проектирования. Задачи проектирования ЭС. Особенности ЭС как объектов проектирования. Особенности проектирования конструкций ЭС. Стадии проектирования ЭС. Модульный принцип проектирования	2	2		3	7
2	Общие сведения об электронных модулях нулевого уровня. Пассивные и	Этапы и направления развития элементной базы ЭС. Элементная база современных ЭС. Особенности конструкций корпусов электронных модулей нулевого уровня.	2		4	3	9

	активные электро- радиоэлементы.						
3	Пассивные электро- радиоэлементы.	Резисторы. Конденсаторы. Трансформаторы и дроссели. Коммутационные устройства с магнитным управлением. Коммутационные устройства с механическим управлением.	2	2		3	7
4	Активные электро- радиоэлементы и микросхемы	Полупроводниковые диоды. Транзисторы. Интегральные микросхемы.	2		4	3	9
5	Общие сведения об электронных моду- лях первого уровня. Основы конструи- рования электрон- ных модулях перво- го уровня.	Этапы конструирования электронных модулей первого уровня. Общие сведения о печатных платах. Требования к конструкционным параметрам печатных плат. Требования к электрическим параметрам печатных плат. Общетехнические и технологические требования к печатным платам.	2	2		3	7
6	Конструкторское проектирование печатных плат и поверочные расче- ты.	Состав технического задания на проектирование печатных плат. Анализ назначения объекта установки и условий эксплуатации ЭС. Обоснование и выбор группы жесткости. Анализ схемы электрической принципиальной. Выбор элементной базы и вариантов ее монтажа. Выбор типа конструкции и класса точности печатной платы. Выбор материала основания печатной платы. Определение габаритных размеров печатной платы. Определение толщины основания печатной платы. Расчет элементов проводящего рисунка. Определение мест и способов нанесения маркировки. Обеспечение защиты от внешних воздействий. Автоматизация конструирования печатных плат. Оценка устойчивости к вибрационным нагрузкам. Определение устойчивости к ударным воздействиям. Анализ теплового режима.	2		4	3	9
7	Электронные моду- ли второго и третье- го уровней. Основы конструирования электронных моду- лей второго и третьего уровней	Общие сведения о несущих конструкциях. Разновидности несущих конструкций. Материалы для изготовления несущих конструкций. Требования к несущим конструкциям и их оценки. Конструкторские методы обеспечения требований к несущим конструкциям по прочности и жесткости.	2	2		3	7
8	Разработка конст- рукции электрон- ных средств.	Рациональный выбор несущих конструкций. Направляющие в несущих конструкциях. Требования к компоновке блоков ЭС. Основные компоновочные схемы и конструкции блоков ЭС.	2		4	3	9
9	Эргономика и ди- зайн электронных средств	Влияние требований эргономики и технической эстетики на ЭС. Основные характеристики человека-оператора. Художественное оформление конструкции ЭС. Основы композиции. Категории композиции. Средства композиции. Особенности внешнего оформления профессиональных ЭС. Особенности внешнего оформления бытовых ЭС.	2	2		3	7
10	Электрические со- единения в блоках электронных	Виды электрических соединений. Конструкция сигнальных линий передачи. Линии электропитания. Элементы заземления в	2		4	3	9

	средств	конструкциях ЭС. Элементы коммутации в конструкциях ЭС.					
11	Обеспечение механической устойчивости электронных средств	Расчет механических нагрузок. Статический расчет амортизаторов. Резонансные частоты блока на амортизаторах. Упаковочная тара для транспортирования.	2	2		3	7
12	Обеспечение нормальных тепловых режимов электронных средств.	Обеспечение нормальных тепловых режимов ЭС. Базовые системы охлаждения, применяемые в ЭС. Теплофизическое конструирование ЭС. Тепловые расчеты.	2		4	3	9
13	Конструирование электронных средств с учетом электромагнитной совместимости	Электромагнитная совместимость ЭС. Экранирование в конструкциях ЭС.	2	2		3	7
14	Особенности конструкций электронных средств различного назначения	Факторы, влияющие на характер конструкции ЭС. Конструкции наземных стационарных ЭС. Конструкции наземных транспортируемых ЭС. Конструкции наземных переносных ЭС. Конструкции наземных носимых ЭС. Конструкции бортовых ЭС.	2		4	3	9
15	Защита электронных средств от внешних дестабилизирующих факторов	Основные понятия и определения. Защита ЭС от механических воздействий. Способы защиты ЭС от климатических факторов. Защита ЭС от внешних термических воздействий. Электромагнитные внешние факторы и защита ЭС от их воздействий. Мероприятия по защите ЭС от биологических воздействующих факторов. Обеспечение живучести и стойкости ЭС к воздействию ионизирующих излучений. Герметизация блоков ЭС.	2	2		3	7
16	Качество электронных средств	Основные понятия и терминология в области управления качеством. Система управления качеством ЭС. Оценка качества ЭС. Общие сведения о контроле качества ЭС. Анализ качества технологических процессов производства ЭС. Операционный, функциональный и параметрический виды контроля качества ЭС. Основные инструменты контроля качества ЭС.	2		4	3	9
17	Надежность электронных средств	Основные понятия и определения. Показатели надежности ЭС и их оценка. Способы повышения надежности ЭС. Расчет надежности на различных стадиях конструирования ЭС. Расчет надежности сложных электронных систем. Конструкторско-технологические методы создания высоконадежных ЭС.	2	2		3	7
18	Оптимизация электронных средств	Основные сведения о задачах оптимизации ЭС. Задачи системотехнического проектирования. Задачи схемотехнического проектирования. Структурный синтез. Параметрический синтез. Оптимизация в задачах конструкторского проектирования.	2		4	3	9
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

№п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
1	Изучение интерфейса программы EWB5.12. Проверка работоспособности электрической схемы с помощью компьютерного моделирования.	4	защита отчета
2	Изучение интерфейса программы SPlan7.0. Создание библиотеки элементов в программы SPlan7.0 по российским стандартам.	4	защита отчета
3	Графическое представление функциональной, принципиальной электрических схем и перечня элементов. по ЕСКД	4	защита отчета
4	Выбор необходимых компонентов для поверхностного монтажа. Расчет размеров печатной платы..	4	защита отчета
5	Выбор корпуса и его доработка под размеры печатной платы с помощью пакета прикладных программ.	4	защита отчета
6	Изучение интерфейса программы Sprint-Layout 6.	4	защита отчета
7	Компоновка и трассировка печатной платы .в программе Sprint-Layout 6	4	защита отчета
8	Создание сборочного чертежа платы с помощью пакета прикладных программ.	4	защита отчета
9	Создание сборочного чертежа изделия с помощью пакета прикладных программ.	4	защита отчета
Итого		36	

### 5.3 Перечень практических занятий

№ п/п	Тема практического занятия	Объем часов	Виды контроля
1	Условно графические обозначения элементной базы электронных средств на функциональных электрических схемах	2	Устный опрос
2	Условно графические обозначения элементной базы электронных средств на принципиальных электрических схемах	2	Устный опрос
3	Варианты представление схемы электрической принципиальной в разных конструкторско-технологических ситуациях согласно ЕСКД	2	Письменный
4	Особенности оформления перечня элементов к схемы электрической принципиальной и спецификации к сборочным чертежам	2	Письменный
5	Выбор элементной базы. Конструкторское проектирование печатного узла	2	Письменный
6	Конструкторские расчеты по обеспечению требований к несущим конструкциям по прочности и жесткости	2	Письменный
7	Расчет надежности электронного блока	2	Письменный
8	Расчет теплового режима блока в герметичном корпусе	2	Письменный

9	Расчет теплового режима блока в герметичном оробренном корпусе и в перфорированном корпусе .	2	Письмен- ный
	Итого часов	18	

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

Учебным планом не предусмотрено

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 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 ком- петенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-6	Знает современ- ные тенденции раз- вития электроники, измерительной и вычислительной техники, информа- ционных техноло- гий	Активная работа на практи- ческих занятиях, вовремя выполняет и отчитывается по лабораторным работам	Выполнение ра- бот в срок, пре- дусмотренный в рабочих про- граммах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих про- граммах
	Умеет использовать комплексный подход в своей деятельно- сти, в том числе с использованием ин- формационно- коммуникационных технологий	Решение стандартных прак- тических задач, верные отве- ты при защите отчета по лабораторным работам	Выполнение ра- бот в срок, пре- дусмотренный в рабочих про- граммах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих про- граммах
	Владеет способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной об- ласти, верные выводы по результатам эксперименталь- ных данных лабораторных работ	Выполнение ра- бот в срок, пре- дусмотренный в рабочих про- граммах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих про- граммах

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения, в 5 семестре для заочной формы обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-6	Знает современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Умеет использовать комплексный подход в своей деятельности, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеет способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

## **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 объект изучения?

- а) проектирование, объекты проектирования, в том числе, и радиоэлектронные средства (ЭС), средства и методы проектирования;
- б) процесс проектирования;



- в) проблема в предметной области;
- г) системный подход в проектировании.

2. Сформулируйте цель дисциплины?

- а) построение системы, решающей поставленную задачу;
- б) изучение в комплексе (в единстве) объектов, процессов, методов и средств проектирования и их взаимного влияния;
- в) выявление общих закономерностей, которые помогут решать в дальнейшем сложные комплексные проблемы;
- г) изучение принципов проектирования.

3. Что является главной задачей курса?

- а) изучение поставленных задач и разработка процедур для их решения;
- б) изучение способов описания объектов;
- в) изучение общего в процессах проектирования любых объектов;
- г) изучение методологии конструирования.

4. Что представляет собой методология решения задач?

- 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.

5. Определите основные требования к методологии проектирования.

- а) универсальность, эффективность;
- б) возможность использования ЭВМ;
- в) непротиворечивость, универсальность;
- г) минимум затрат.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Что не входит в ТТ?

- а) ограничения на применяемые материалы;
- б) указание к упаковке, транспортированию и хранению;
- в) требования по охране окружающей среды;
- г) условия эксплуатации.

2. ЧТЗ отличается от ТЗ тем, что оно...

- а) не имеет структуры общего ТЗ;

- б) составляется в более полном объеме по сравнению с общим ТЗ в отношении экономических и производственных требований;
- в) содержит более подробный объем ТТ на отдельные части ЭС;
- г) составляется более подробно по сравнению с ТЗ на требования к системе, в которую входит разрабатываемый объект.

### 3. Роль ЭВМ в разработке ТЗ

- а) подготовка информации (например, за счет систематизации и хранения некоторых данных);
- б) формулировка задачи в математической форме;
- в) определение ПК;
- г) принятие решений о составе ТЗ.

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

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

### 5. Какая группа ЭС характеризуется разовостью использования и необходимостью длительной сохраняемости при хранении?

- а) буйковые;
- б) стационарные;
- в) ракетные;
- г) космические.

## 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

### 1. В заявку на разработку технического задания не входят:

- а) назначение изделия;
- б) стоимость разработки и сроки;
- в) основные требования и условия эксплуатации;
- г) полный набор технических требований (ТТ).

### 2. В чем состоит суть действий при разработке технического задания?

- а) в составлении ряда требований по изделию;
- б) в разработке плана действий;
- в) в восполнении отсутствующих исходных данных;
- г) в оценке экономической выгоды заказа.

### 3. Какой из названных видов ЭС не относится к понятию "Класс ЭС"?

- а) наземная ЭС;

- б) космическая ЭС;
- в) морская ЭС;
- г) бортовая ЭС.

4. При создании, каких ЭС необходимо разделение в пространстве входной и выходной частей схемы:

- а) аналоговых;
- б) цифровых;
- в) космических;
- г) ракетных.

Массовость производства является особенностью:

- а) бытовых ЭС;
- б) космических ЭС;
- в) морских ЭС;
- г) бортовых ЭС.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Этапы и направления развития элементной базы ЭС.
2. Элементная база современных ЭС.
3. Особенности конструкций корпусов электронных модулей нулевого уровня.
4. Полупроводниковые диоды.
5. Транзисторы.
6. Интегральные микросхемы.
7. Состав технического задания на проектирование печатных плат.
8. Анализ назначения объекта установки и условий эксплуатации ЭС.
9. Обоснование и выбор группы жесткости.
10. Анализ схемы электрической принципиальной.
11. Выбор элементной базы и вариантов ее монтажа.
12. Выбор типа конструкции и класса точности печатной платы.
13. Выбор материала основания печатной платы.
14. Определение габаритных размеров печатной платы.
15. Определение толщины основания печатной платы.
16. Расчет элементов проводящего рисунка.
17. Определение мест и способов нанесения маркировки.
18. Обеспечение защиты от внешних воздействий.
19. Автоматизация конструирования печатных плат.
20. Оценка устойчивости к вибрационным нагрузкам.
21. Определение устойчивости к ударным воздействиям.
22. Анализ теплового режима.
23. Рациональный выбор несущих конструкций.

24. Направляющие в несущих конструкциях.
25. Требования к компоновке блоков ЭС.
26. Основные компоновочные схемы и конструкции блоков ЭС.
27. Виды электрических соединений.
28. Конструкция сигнальных линий передачи.
29. Линии электропитания.
30. Элементы заземления в конструкциях ЭС.
31. Элементы коммутации в конструкциях ЭС.
32. Обеспечение нормальных тепловых режимов ЭС.

### 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

### 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.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Общие сведения о конструировании электронных средств.	ИД-1 <sub>ОПК-6</sub> .	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
2	Общие сведения об электронных модулях нулевого уровня. Пассивные и активные электрорадиоэлементы.	ИД-3 <sub>ОПК-6</sub> .	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
3	Пассивные электрорадиоэлементы.	ИД-2 <sub>ОПК-6</sub> .	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям

			ским занятиям
4	Активные электрорадиоэлементы и микросхемы	ИД-1 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
5	Общие сведения об электронных модулях первого уровня. Основы конструирования электронных модулях первого уровня.	ИД-3 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
6	Конструкторское проектирование печатных плат и поверочные расчеты.	ИД-2 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
7	Электронные модули второго и третьего уровней. Основы конструирования электронных модулей второго и третьего уровней	ИД-2 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
8	Разработка конструкции электронных средств.	ИД-1 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
9	Эргономика и дизайн электронных средств	ИД-3 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
10	Электрические соединения в блоках электронных средств	ИД-2 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
11	Обеспечение механической устойчивости электронных средств	ИД-2 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
12	Обеспечение нормальных тепловых режимов электронных средств.	ИД-1 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
13	Конструирование электронных средств с учетом электромагнитной совместимости	ИД-3 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
14	Особенности конструкций электронных средств различного назначения	ИД-2 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
15	Защита электронных средств от внешних дестабилизирующих факторов	ИД-2 <sub>ОПК-6.</sub>	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям

16	Качество электронных средств	ИД-2 <sub>ОПК-6</sub> .	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
17	Надежность электронных средств	ИД-1 <sub>ОПК-6</sub> .	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям
18	Оптимизация электронных средств	ИД-3 <sub>ОПК-6</sub> .	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям

### **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.

Допуск к выполнению лабораторной работе осуществляется непосредственно перед ее выполнением и проводится в форме опроса студента по соответствующим пунктам, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 5 минут.

Защита лабораторной работы осуществляется на следующем занятии согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 10 минут.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Муромцев Д. Ю. Конструирование узлов и устройств электронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. — Ростов н/Д : Феникс, 2013. — 540 с.: ил
2. Ненашев А. П. Конструирование радиоэлектронных средств: Учеб. для радиотехнич. спец. вузов.—М.: Высш. шк., 1990. — 432 с.: ил.
3. Иванова, Н.Ю. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Б. Романова; Н.Ю. Иванова. - Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. - 121 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/66462.html>
4. Болгов, А.Т. Автоматизированное проектирование и оформление конструкторской документации электронных средств : Учеб. пособие. Ч.2 / А.Т.Болгов. - Воронеж : ВГТУ, 2004. - 87 с. - 21.00.
5. Болгов А.Т. Проектирование конструкций электронных средств : учеб. пособие. - Воронеж : ВГТУ, 2005. - 102 с. - 28-00.
6. Болгов А.Т. Основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб. пособие. - Воронеж : ВГТУ, 2006. - 228 с. - ISBN 5-7731-0136-X : 38-00.
7. Башкиров, А.В. Проектирование электронных средств : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 185 с.
8. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Основы конструирования электронных средств" для студентов направления 211000.62 "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" (профиль "Проектирование и технология радиоэлектронных средств") для всех форм обучения [Электронный ресурс] / Каф. конструирования и производства радиоаппаратуры; Сост.: Н. В. Астахов, А. В. Башкиров. - Электрон. текстовые, граф. дан. ( 53,2 Мб ). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 1 файл. - 00-00.
9. Турецкий А.В. Автоматизированное проектирование узлов печатных плат: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств», для студентов направления 211000.62 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») очной и заочной форм обучения / ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет; сост. А.В. Турецкий, Н.В. Ципина. Воронеж, 2015. 65 с.
10. Турецкий А.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Методы обеспечения надежности» по направлению 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» магистерская программа «Автоматизированное проектирование и технология радиоэлектронных средств специального назначения» очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.В. Турецкий, Н.В. Ципина, В.А. Шуваев. Воронеж, 2015. 26 с.
11. Ципина Н.В. Исследование влияния конструктивных особенностей теплоотводов на эффективность охлаждения полупроводниковых приборов: методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Теп-

лофизические процессы в приборах», «Теплофизические процессы в электронных средствах» для студентов направлений 200100.62 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение»), 211000.62 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») очной и заочной форм обучения / ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет"; сост. Н.В. Ципина. Воронеж, 2014. 18 с.

12. Башкиров А.В. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Основы конструирования электронных средств» для студентов направления 211000.62 «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») для всех форм обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Н.В. Астахов, А.В. Башкиров. Воронеж, 2014. 44 с.

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

- 1 Расчетная программа на ЭВМ «ТерлоRaschet.exe для проведения расчета тепловых характеристик дискретных элементов на печатных платах»
- 2 Расчетная программа на ЭВМ «RadRaschet.exe для проведения расчета конструктивных параметров теплоотводов».
- 3 Расчетная программа на ЭВМ «D5.exe для проведения расчета надежности и виброустойчивости различных конструкций РЭС».
- 4 Офисный пакет Microsoft Office
- 5 Интернет-ресурс <http://ru.wikipedia.org>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

<p>Аудитория для проведения лекций и практических (лабораторных) занятий 224/3</p>	<p>Специализированная лаборатория, оснащенная доской, мультимедиа проектором и компьютером (ноутбук) для лекционных демонстраций, плакатами и пособиями по профилю, комплексом лабораторного оборудования, персональными компьютерами с программами свободного доступа.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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



По дисциплине «Основы конструирования и технологии производства РЭС Теплогазоснабжение с основами теплотехники» читаются лекции, проводятся практические занятия, 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.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета систем защита ЭС от различных дестабилизирующих факторов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Лабораторные работы направлены на приобретение практических навыков по созданию графических документов по ЕСКД. Допуск к выполнению лабораторной работе осуществляется непосредственно перед ее выполнением и проводится в форме опроса студента по соответствующим пунктам, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 5 мин

Защита лабораторной работы осуществляется на следующем занятии согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 10 мин.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Освоение дисциплины оценивается на зачете.

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 текстовых документов по ЕСКД.
Лабораторные работы	Подготовка к выполнению лабораторной работы путем изучения содержания соответствующего методического пособия. Подготовка заготовки отчета по лабораторной работе. Изучение соответствующего теоретического материала по тематике лабораторной работы. Получение допуска к выполнению лабораторной работе в процессе беседы с преподавателем по методике проведения работы. Выполнение экспериментальной части работы. Оформление отчета и его за-

	щита.
Подготовка к зачету	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

## **АННОТАЦИЯ**

к рабочей программе дисциплины

«Основы конструирования и технологии производства в РЭС»

**Направление подготовки (специальность)** 11.05.01 - Радиоэлектронные системы и комплексы

**Профиль (специализация)** Радиоэлектронные системы передачи информации

**Квалификация выпускника** инженер

**Нормативный период обучения** 5 лет 6 месяцев

**Форма обучения** Очная

**Год начала подготовки** 2019 г.

**Цель изучения дисциплины:** практически и теоретически подготовить будущих специалистов в области разработки конструкции и технология изготовления радиоэлектронных средств (РЭС) различных уровней сложности: тонкопленочные микросборки, функциональные ячейки, блоки, несущие конструкции, элементы коммутации.

**Задачи освоения дисциплины:**

Формирование у студентов знаний по уровням разукрупнения РЭС, элементной и конструктивной базам, защите РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды, непреднамеренных помех и ионизирующих излучений, Получить навыки проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения, а также изучить базовые технологические процессы в производстве РЭС и основы их проектирования, системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС; основы контроля и управления качеством.

**Перечень формируемых компетенций:**

ОПК-6- Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ

**Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ:** 4 з.е.

**Форма итогового контроля по дисциплине:** зачет с оценкой