

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

---

---

Учебно-научный институт  
радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:

\_\_\_\_\_ Мякиньков А.В.

“ 17” июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.7 Основы конструирования электронных средств**

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

Направленность: Конструирование и технология электронных устройств

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра КТПП

Кафедра-разработчик КТПП

Объем дисциплины 540/15  
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация: зачет (6,7 семестры), экзамен (8 семестр)

Разработчик: Ивлев М.А., д.т.н., доцент  
(ФИО, учченая степень, ученое звание)

**Нижний Новгород**

**2021**

Рецензент: Рындык А.Г. д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

«07» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки\_11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19.09.2017 г. № 928 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ  
протокол от 10.06.21 №6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 03.06.21 №5.

Зав. кафедрой д.т.н, доцент, Моругин С.Л. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ. Протокол от 10.06.21 №1.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.03-К-30.

Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_

Кабанина Н.И.

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины ....	4
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с результатами освоения ОП .....	9
5. Структура и содержание дисциплины .....	11
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	27
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	30
8. Информационное обеспечение дисциплины.....	33
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ .....	35
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для .....	36
осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	36
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....	37
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	39
Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	43

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является** получение основных знаний в области конструирования узлов и блоков электронных средств (ЭС) и разработки соответствующей конструкторской документации.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- изучение методов и средств формирования исходных данных для конструкторского проектирования ЭС;
- изучение основных направлений анализа исходных данных в задаче конструкторского проектирования ЭС;
- изучение методик расчета и конструирования ЭС в соответствии с техническим заданием;
- практическое освоение методик разработки конструкторской документации типовых узлов и блоков ЭС.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Основы конструирования электронных средств» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы конструирования электронных средств» являются: «Инженерная и компьютерная графика», «Физико-химические основы конструирования электронных средств», «Материалы и компоненты электронной техники», «Теоретические основы конструирования электронных средств».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Информационные технологии проектирования электронных средств», «Программные средства проектирования электронных средств» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Основы конструирования электронных средств» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

ПКС-2: способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

ПКС-3: способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

В таблице 1 представлены дисциплины, участвующие в формировании данных

компетенций.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра</i>							
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<i>Ознакомительная практика</i>		✓						
<i>Электронные модели изделий электронных средств</i>		✓	✓	✓				
<i>Теоретические основы конструирования электронных средств</i>			✓	✓	✓			
<i>Проектная практика</i>				✓		✓		
<i>Основы компьютерного проектирования РЭС</i>						✓		
<i>Техническая электродинамика</i>					✓	✓		
<i>Направляющие и колебательные системы СВЧ</i>					✓	✓		
<i>Основы технологии производства электронных средств</i>						✓	✓	
<i>Основы конструирования электронных средств</i>						✓	✓	✓
<i>Основы радиоэлектроники и связи</i>							✓	✓
<i>Информационные технологии проектирования электронных средств</i>							✓	✓
<i>Программные средства проектирования электронных средств</i>							✓	✓
<i>Преддипломная практика</i>								✓
<i>ВКР</i>								✓
<b>Код компетенции ПКС-3</b>								
<i>Ознакомительная практика</i>		✓						
<i>Теоретические основы конструирования электронных средств</i>			✓	✓	✓			
<i>Проектная практика</i>				✓		✓		
<i>Основы компьютерного проектирования РЭС</i>						✓		
<i>Основы технологии производства электронных средств</i>						✓	✓	
<i>Основы конструирования электронных средств</i>						✓	✓	✓
<i>Преддипломная практика</i>								✓
<i>ВКР</i>								✓

И  
зуче

ние данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2.



#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>			<b>Оценочные средства</b>	
					<b>Текущего контроля</b>	<b>Промежуточной аттестации</b>
Освоение дисциплины причастно к ТФ А/01.5 (ПС 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник), решает задачи технического обслуживания сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.						
ПКС-2. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ИПКС-2.1 Проектирует отдельные узлы и блоки электронных приборов с использованием средств автоматизации проектирования	<p><b>Знать:</b> принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.</p>			Вопросы на практических работах и для сдачи допуска к лабораторным работам.	Вопросы для сдачи зачетов и экзамена (билеты)
	ИПКС-2.2. Проводит оценочные расчеты характеристик электронных приборов					
ПКС-3. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и	ИПКС-3.2. Использует нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.	<p><b>Знать:</b> принципы построения технического задания при разработке электронных блоков.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-</p>		<p><b>Владеть:</b> навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со</p>	Вопросы на практических работах и для сдачи допуска к лабораторным работам.	Вопросы для сдачи зачетов и экзамена (билеты)

технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	ИПКС-3.3 Оформляет проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами.		конструкторской документации.	стандартами.		
--	---	--	-------------------------------	--------------	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 15 зач.ед. 540 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час			
	Всего час.	В т.ч. по семестрам		
		6	7	8
<b>Формат изучения дисциплины</b>	очный			
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>540</b>	<b>164</b>	<b>216</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>250</b>	<b>70</b>	<b>89</b>	<b>91</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>241</b>	<b>68</b>	<b>85</b>	<b>88</b>
занятия лекционного типа (Л)	101	34	34	33
занятия семинарского типа (практ. занятия)	67	17	17	33
лабораторные работы (ЛР)	73	17	34	22
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
курсовый проект (консультация, защита)	3		3	
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	1	1	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	1		1
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>263</b>	<b>74</b>	<b>127</b>	<b>62</b>
курсовый проект (подготовка)			36	
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	245	65	82	62
Подготовка к зачету	18	9	9	
Подготовка к экзамену (контроль)	<b>27</b>			<b>27</b>



## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
ПКС-2: ИПКС-2.1 ИПКС 2.2  ПКС-3: ИПКС 3.2 ИПКС 3.3	<b>Раздел 1</b> Введение в конструкторское проектирование ЭС												
	<b>Тема 1.1</b> Электронные средства как класс промышленных изделий, жизненный цикл ЭС.	1							Конспекты лекций для дистанционного обучения.				
	<b>Тема 1.2</b> Виды промышленных изделий.	1											
	<b>Тема 1.3</b> Стадии разработки ЭС	1											
	<b>Практическое занятие №1</b> Организация конструкторского проектирования ЭС			2	4	Подготовка к ПЗ [3.1]							
	<b>Лабораторная работа №1</b> Формирование исходных данных и ТЗ для конструирования ЭС первого уровня иерархии		2		4	Подготовка к лабораторной работе [3.4]	Разбор конкретных ситуаций		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	<b>Тема 1.4</b> Конструкторская документация. ЕСКД.	1											
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				2	Чтение печатного издания [1.1]							
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>10</b>								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
<b>Раздел 2 Архитектура конструкций электронных средств</b>													
<b>Тема 2.1</b> Конструкционно-технологические единицы (КТЕ) приборов и систем		2											
<b>Практическое занятие №2</b> Иерархическая структура конструкций электронных средств				4	4	Подготовка к ПЗ [3.1]	Разбор конкретных ситуаций			Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.			
<b>Тема 2.2</b> Базовые конструкции КТЕ первого, второго, третьего уровня КТЕ		2											
Самостоятельная работа над лекционным материалом					4	Чтение печатного издания [1.1]							
<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>8</b>									
<b>Раздел 3 Компоновка электронных средств</b>													
<b>Тема 3.1</b> Виды и характеристика компоновок ЭС		1											
<b>Тема 3.2</b> Узловая компоновка ЭС		1											
<b>Тема 3.3</b> Аналитическая компоновка на стадии анализа ТЗ		1											

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Практическое занятие №3</b> Компоновочные параметры ЭС и их определение.			3	4	Подготовка к ПЗ [3.1]			Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	<b>Тема 3.4</b> Компромиссные компоновочные конструкторские решения	1											
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				4	Чтение печатного издания [1.1]							
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>4</b>		<b>3</b>	<b>8</b>								
	<b>Раздел 4</b> Разработка конструкции печатных узлов ЭС												
	<b>Тема 4.1</b> Проверка соответствия элементной базы требованиям ТЗ	2											
	<b>Тема 4.2</b> Уточнение перечня элементов и выполнение схемы электрической принципиальной	2											
	<b>Лабораторная работа №2</b> Разработка схемотехнической документации ЭС		4		8	Подготовка к лабораторной работе [3.5]							
	<b>Тема 4.3</b> Обоснование размеров, размещения и крепления печатного узла в изделии высшего уровня.	2					Разбор конкретных ситуаций						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Тема 4.4</b> Размещение навесных элементов на ПП по критерию двух минимумов.	2								Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.			
	<b>Практическое занятие №4</b> Типовые конструкции ЭС первого уровня КТЕ			4	4	Подготовка к ПЗ [3.1]							
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				4	Чтение печатного издания [1.1]							
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>								
	<b>Раздел 5 Разработка конструкции печатных плат</b>												
	<b>Тема 5.1</b> Обоснование типа конструкции и класса точности ПП	2											
	<b>Тема 5.2</b> Обоснование выбора толщины платы как элемента несущей конструкции.	2											
	<b>Тема 5.3</b> Расчет размеров отверстий на ПП и контактных площадок	2											
	<b>Тема 5.4</b> Расчет размеров печатного рисунка по токовой нагрузке, электрическому напряжению, допустимому сопротивлению проводников	2					Разбор конкретных ситуаций			Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Практическое занятие №5</b> Расчет параметров конструкции печатных плат			4	4	Подготовка к ПЗ [3.1]							
	<b>Лабораторная работа №3</b> Разработка конструкции ЭС первого уровня иерархии.		5		8	Подготовка к лабораторной работе [3.6]	Разбор конкретных ситуаций						
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				6	Чтение печатного издания [1.3]							
	<b>Итого по 5 разделу</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>18</b>								
	<b>Раздел 6 Разработка КД печатных узлов ЭС</b>												
	<b>Тема 6.1</b> Выполнение чертежа ПП	2											
	<b>Тема 6.2</b> Разработка спецификации	2											
	<b>Тема 6.3</b> Выполнение сборочного чертежа печатного узла	2											
	<b>Лабораторная работа №4</b> Разработка комплекта КД ЭС первого уровня иерархии		6		8	Подготовка к лабораторной работе [3.7]				Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.			
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				6	Чтение основного учебника [1.1]							
	<b>Итого по 6 разделу</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>14</b>								
	<b>ИТОГО ЗА 6-Й СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>74</b>								
	<b>Раздел 7 Защита ЭС от электромагнитных помех</b>												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Тема 7.1</b> Проблема электромагнитной совместимости ЭС	1											
	<b>Тема 7.2</b> Паразитные связи в печатных узлах	2											
	<b>Тема 7.3</b> Условия выполнения ЭМС компонентов цифровых печатных узлов.	1					Разбор конкретных ситуаций		Конспекты лекций для дистанционного обучения.				
	<b>Лабораторная работа №5</b> Анализ электромагнитной совместимости компонентов печатного узла.		8		8	Подготовка к лабораторной работе [3.8]							
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				8	Чтение печатного издания [1.3]							
	<b>Итого по 7 разделу</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>16</b>								
	<b>Раздел 8 Основы конструирования ЭС высших уровней иерархии конструктивно-технологических единиц</b>												
	Тема 8.1 Конструирование ЭС второго уровня КТЕ, компоновочные схемы блоков ЭС	4											
	Тема 8.2 Типовые корпуса блоков и многоблочных изделий ЭС.	2											
	<b>Практическое занятие №6</b> Типовые конструкции блоков ЭС			2	5	Подготовка к ПЗ [3.2]							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 8.3 Конструкционные материалы и покрытия.	2											
	Тема 8.4 Варианты размещения печатных узлов в блоках и их сравнительная характеристика.	2							Конспекты лекций для дистанционного обучения.				
	<b>Лабораторная работа №6</b> Формирование компоновочной схемы блока ЭС		8		8	Подготовка к лабораторной работе [3.9]							
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				10	Чтение печатного издания [1.1, 1.3]							
	<b>Итого по 8 разделу</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>23</b>								
	<b>Раздел 9 Обеспечение устойчивости ЭС к механическим воздействиям</b>												
	Тема 9.1 Виды и характеристики механических воздействий.	2											
	Тема 9.2 Электронные средства как колебательные системы. Направления обеспечения механической прочности.	2											
	Тема 9.3 Влияние размещения и крепления узлов ЭС в блоке на их прочность.	1											

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Практическое занятие №7</b> Влияние внутренней компоновки блока ЭС на выборочность узлов			2	2	Подготовка к ПЗ [3.2]			Конспекты лекций для дистанционного обучения.				
	Тема 9.4 Модели ЭС и расчеты прочности узлов и компонентов ЭС на их основе.	4											
	<b>Практическое занятие №8</b> Модели колебательных систем и их параметры			4	4	Подготовка к ПЗ [3.2]							
	<b>Лабораторная работа №7</b> Расчет частот собственных колебаний узлов блока ЭС		4		4	Подготовка к лабораторной работе [3.10]							
	Тема 9.5 Критерии достаточной механической прочности узлов и деталей ЭС	1					Разбор конкретных ситуаций						
	<b>Лабораторная работа №8</b> Расчет коэффициентов динамичности узлов блока ЭС и параметров механической прочности		6		6	Подготовка к лабораторной работе [3.11]			Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	<b>Практическое занятие №9</b> Определение амплитуд вибрации и виброускорений узлов и компонентов блоков ЭС			4	6	Подготовка к ПЗ [3.2]							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 9.6 Характеристики и выбор амортизаторов.	2											
	<b>Практическое занятие №10</b> Расчет параметров амортизаторов			3	4	Подготовка к ПЗ [3.2]							
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				8	Чтение печатного издания [1.2]							
	<b>Итого по 9 разделу</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>34</b>								
	<b>Раздел 10 Выбор систем обеспечения теплового режима ЭС</b>												
	Тема 10.1 Источники нагрева ЭС и его влияние.	2											
	<b>Практическое занятие №11</b> Определение теплонагруженных компонентов блока ЭС			2	4	Подготовка к ПЗ [3.2]	Разбор конкретных ситуаций						
	Тема 10.2 Допустимый перегрев компонентов ЭС	2											
	Тема 10.3 Способы охлаждения ЭС	2											
	<b>Лабораторная работа №9</b> Расчет тепловых потоков и выбор способа охлаждения блока ЭС		4		<b>4</b>	Подготовка к лабораторной работе [3.12]							
	<b>Лабораторная работа №10</b> Расчет параметров металлизированных отверстий по тепловому сопротивлению		4		4	Подготовка к лабораторной работе [3.13]							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 10.4 Обеспечение работоспособности ЭС в условиях воздействия низких температур.	2					Разбор конкретных ситуаций		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				6	Чтение печатного издания [1.3]							
	<b>Итого по 10 разделу</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>18</b>								
	<b>Курсовой проект</b>				36	Чтение МУ [3.17]							
	<b>ИТОГО ЗА 7-Й СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>127</b>								
	<b>Раздел 11 Модели и расчет теплового режима ЭС</b>												
	Тема 11.1 Электротепловая аналогия и расчет теплового режима на ее основе	2											
	<b>Практическое занятие №12</b> Электротепловая аналогия. Построение тепловых цепей.			5	4	Подготовка к ПЗ [3.3]							
	Тема 11.2 Приближенные методы расчета теплового режима ЭС.	4											
	<b>Практическое занятие №13</b> Расчет теплового режима блока коэффициентным методом.			6	6	Подготовка к ПЗ [3.3]			Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Практическое занятие №14</b> Расчет теплового режима блока методом последовательных приближений			6	6	Подготовка к ПЗ [3.3]							
	<b>Лабораторная работа №11</b> Расчет температур ЭРЭ блока ЭС		8		8	Подготовка к лабораторной работе [3.14]	Разбор конкретных ситуаций		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	Тема 11.3 Радиаторы охлаждения полупроводниковых приборов (ППП).	2											
	<b>Практическое занятие №15</b> Расчет конструкции радиаторов ППП			4	4	Подготовка к ПЗ [3.3]							
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				2	Чтение печатного издания [1.2]							
	<b>Итого по 11 разделу</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>21</b>	<b>30</b>								
	<b>Раздел 12 Обеспечение устойчивости ЭС к климатическим воздействиям</b>												
	Тема 12.1 Виды и влияние климатических воздействий на ЭС.	2											
	Тема 12.2 Защита ЭС выбором материалов	2											
	Тема 12.3 Защита ЭС на основе герметизации	2											

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
Практическое занятие №12 Защитные покрытия деталей несущих конструкций ЭС	Тема 12.4 Защита ЭС с помощью покрытий.	2											
	<b>Практическое занятие №16</b> Защитные покрытия деталей несущих конструкций ЭС			4	4	Подготовка к ПЗ [3.4]	Разбор конкретных ситуаций						
	<b>Лабораторная работа №12</b> Выбор защитного покрытия деталей и узлов ЭС		8		8	Подготовка к лабораторной работе [3.15]							
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				2	Чтение печатного издания [1.2]							
	<b>Итого по 12 разделу</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>14</b>								
	<b>Раздел 13 Объемный электромонтаж ЭС</b>												
	Тема 13.1 Области применения и назначение объемного электромонтажа.	2											
	Тема 13.2 Выбор вида, защиты объемного монтажа и методика расчета.	2							Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	<b>Практическое занятие №17</b> Расчет параметров объемного монтажа			4	3	Подготовка к ПЗ [3.3]							
	Тема 13.3 Выполнение жгутов.	2											
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				2	Чтение печатного издания [1.3]							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Итого по 13 разделу</b>	<b>6</b>		<b>4</b>	<b>5</b>								
<b>Раздел 14 Основы обеспечения надежности ЭС</b>													
	Тема 14.1 Компоненты понятия надежности ЭС	2											
	Тема 14.2 Математический аппарат теории надежности	2											
	Тема 14.3 Расчет показателей безотказности и ремонтопригодности ЭС	2								<p>Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.</p>			
	<b>Лабораторная работа №13</b> Определение наработки на отказ модуля ЭС с учетом режимов функционирования ЭРЭ.		6		6	Подготовка к лабораторной работе [3.16]							
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				2	Чтение печатного издания [1.3]							
	<b>Итого по 14 разделу</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>8</b>								
<b>Раздел 15 Выбор оптимальных и рациональных конструкторских решений</b>													
	Тема 15.1 Введение в теорию принятия решений	2											

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
	Тема 15.2 Методы принятия оптимальных и рациональных решений	3					Разбор конкретных ситуаций		
	<b>Практическое занятие №18</b> Расчёт интегральных оценок вариантов конструкторских решений			4	3	Подготовка к ПЗ [3.3]			
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				2	Чтение печатного издания [1.1]			
	Итого по 15 разделу	<b>5</b>		<b>4</b>	<b>5</b>				
	<b>ИТОГО ЗА 8-Й СЕМЕСТР</b>	<b>33</b>	<b>22</b>	<b>33</b>	<b>62</b>				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>101</b>	<b>73</b>	<b>67</b>	<b>263</b>				

<sup>14</sup> приводятся количество часов Практической подготовки (при наличии), которая производится на предприятиях, согласно договору НГТУ (берутся из ОП ВО, раздел \_\_\_\_\_)

<sup>15</sup> при наличии, приводятся наименование разработанного Электронного курса в рамках раздела (разделов), прошедшего экспертизу (трудоемкость в часах)

## **6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Текущий контроль осуществляется на практических и лабораторных занятиях, промежуточный контроль осуществляется на зачетах в 6,7 семестрах и экзамене в 8 семестре в устной форме.

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

- 1) Примерная тематика курсовых проектов
  1. Разработка конструкции импульсного автогенератора.
  2. Разработка конструкции модуля аналого-цифрового преобразователя.
  3. Разработка конструкции усилителя НЧ.
  4. Разработка конструкции ячейки счетчика-десифратора.
  5. Разработка конструкции формирователя импульсов.
- 2) Вопросы для подготовки к лабораторным работам и практическим занятиям (пример).
  1. Понятие конструкции ЭС.
  2. Понятие процесса конструирования.
  3. Тенденции развития изделий ЭС.
  3. Влияние технологической базы изготовителя на конструкторские решения.
  4. Достоинства и недостатки двухсторонних ПП.
  5. Достоинства и недостатки многослойных ПП.
  6. Приведите обоснование плотности компоновки.
- 3) Перечень вопросов (пример), выносимых на промежуточную аттестацию (зачет, экзамен).
  1. Структуры и классы радиоэлектронных изделий, основные направления их развития.
  2. Этапы проектирования радиоэлектронных изделий, их содержание, виды расчетов.
  3. Компоновочный расчет печатной платы.
  4. Расчет размеров печатной платы.
  5. Расчет размеров монтажных отверстий.
  6. Содержание технических требований сборочного чертежа печатного узла.
  7. Нормативные требования к выполнению перечня элементов.

### **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться балльно-рейтинговая/традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации знаний.

Шкала оценок и критерии представлены в таблице 5.

Таблица 5

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Зачет</b>
85-100	Отлично	зачет
70-84	Хорошо	
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов (экзамен в 8 семестре) должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» (таблица 6).

**Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-2. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ИПКС-2.1 Проектирует отдельные узлы и блоки электронных приборов с использованием средств автоматизации проектирования	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены правовые нормы принятия управленческого решения, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения при управлении проектом. Умеет использовать правовую документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
	ИПКС-2.2. Проводит оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Изложение учебного материала бессистемное, незнание правовых норм, что препятствует усвоению последующей информации; Демонстрирует частичные и слабые умения в определяет имеющихся ресурсов и ограничений	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно - осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации, ошибки при применении системного подхода для решения поставленных задач	Владеет знаниями и навыками при применении ресурсов и их использованием; формулирует ограничения для решения ПЗ; допускает незначительные ошибки, которые сам исправляет; комментирует выполняемые действия не всегда точно.	Имеет глубокие знания всего материала; в полной мере владеет классификацией ресурсов; свободно осуществляет поиск правовых и нормативных документов в практических примерах в различных ситуациях.

<p>ПКС-3. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p>	<p>ИПКС-3.2. Использует нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.</p>	<p>Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены правовые нормы принятия управленческого решения, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала</p>	<p>Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения при управлении проектом. Умеет использовать правовую документацию для определения круга задач.</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании</p>
	<p>ИПКС-3.3 Оформляет проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами.</p>	<p>Изложение учебного материала бессистемное, незнание правовых норм, что препятствует усвоению последующей информации; Демонстрирует частичные и слабые умения в определяет имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно - осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации, ошибки при применении системного подхода для решения поставленных задач</p>	<p>Владеет знаниями и навыками при применении ресурсов и их использованием; формулирует ограничения для решения ПЗ; допускает незначительные ошибки, которые сам исправляет; комментирует выполняемые действия не всегда точно.</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала; в полной мере владеет классификацией ресурсов; свободно осуществляет поиск правовых и нормативных документов в практических примерах в различных ситуациях.</p>

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

- 1.1 Ивлев М.А. Архитектура и циклы проектирования электронных средств: Учебное пособие / М.А. Ивлев; Нижегород. гос. тех. ун-т им. Р.Е Алексеева. - Н.Новгород, 2019. – 160 с.
- 1.2 Борисов, В. Ф. Конструирование электронных средств: учеб. пособие / В. Ф. Борисов [и др.]; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2013. – 111 с.
- 1.3 Ивлев М.А. Основы проектирования промышленных изделий: Учебное пособие; НГТУ. – Н.Новгород, 2007. - 103 с.

### 7.2. Справочно-библиографическая литература

- 2.1 ГОСТ Р 15.000-2016. Система разработки и постановки продукции на производство. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2016. – 19 с.
- 2.2 ГОСТ 15.016-2016 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. – М.: Стандартинформ, 2017. – 42 с.
- 2.3 ГОСТ Р 15.201-2000. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок разработки и постановки продукции на производство. – М.: Стандартинформ, 2008. – 14 с.
- 2.4. ГОСТ Р 56020-2014. Бережливое производство. Основные положения и словарь. – М.: Стандартинформ, 2015. – 17 с.
- 2.5 ГОСТ Р 52003-2003. Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2003. – 11 с.

- 2.6 ГОСТ Р 51623-2000. Конструкции базовые несущие радиоэлектронных средств. Система построения и координационные размеры. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 10 с.
- 2.7 ГОСТ 16019-2001. Аппаратура сухопутной подвижной радиосвязи. Требование по стойкости к воздействию механических и климатических факторов и методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 12 с.
- 2.8 ГОСТ 2.103-2013 ЕСКД Стадии разработки. – М.: Стандартинформ, 2015. – 10 с.
- 2.9 ГОСТ 2.118-2013 ЕСКД. Техническое предложение. – М.: Стандартинформ, 2013. – 6 с.
- 2.10 ГОСТ 2.119-2013 ЕСКД. Эскизный проект. – М.: Стандартинформ, 2013. – 6 с.
- 2.11 ГОСТ 2.119-2013 ЕСКД. Технический проект. – М.: Стандартинформ, 2013. – 6 с.
- 2.12 Макаров Н.Н. и др. Конструкторское проектирование электронных модулей: учеб. пособие / Н.Н. Макаров, Е.В. Викулова, П.С. Кулясов; Нижегород. гос. тех. ун-т им. Р.Е Алексеева. - Н.Новгород, 2017. – 62 с.

### **7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

- 3.1 Основы конструирования электронных средств. Методические указания к практическим занятиям. Часть 1. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные техно-логии в проектировании и производстве»).
- 3.2 Основы конструирования электронных средств. Методические указания к практическим занятиям. Часть 2. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные техно-логии в проектировании и производстве»).
- 3.3 Основы конструирования электронных средств. Методические указания к практическим занятиям. Часть 3. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные техно-логии в проектировании и производстве»).
- 3.4. Формирование исходных данных и ТЗ для конструирования ЭС первого уровня иерархии. Методические указания к лабораторной работе №1. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.5 Разработка схемотехнической документации ЭС. Методические указания к лабораторной работе №2. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.6 Разработка конструкции ЭС первого уровня иерархии. Методические указания к лабораторной работе №3. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.7 Разработка комплекта КД на ЭС первого уровня иерархии. Методические указания к лабораторной работе №4. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.8 Анализ электромагнитной совместимости компонентов печатного узла. Методические указания к лабораторной работе №5. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.9 Формирование компоновочной схемы блока ЭС. Методические указания к лабораторной работе №6. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф.

- КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.10 Расчет частот собственных колебаний узлов блока ЭС. Методические указания к лабораторной работе №7. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.11 Расчет коэффициентов динамичности узлов блока ЭС и параметров механической прочности. Методические указания к лабораторной работе №8. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.12 Расчет тепловых потоков и выбор способа охлаждения блока ЭС. Методические указания к лабораторной работе №9. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.13 Расчет параметров металлизированных отверстий по тепловому сопротивлению. Методические указания к лабораторной работе №10. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.14 Расчет температур ЭРЭ блока ЭС. Методические указания к лабораторной работе №11. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.15 Выбор защитного покрытия деталей и узлов ЭС. Методические указания к лабораторной работе №12. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.16 Определение наработки на отказ модуля ЭС с учетом режимов функционирования ЭРЭ. Методические указания к лабораторной работе №13. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.17 Основы конструирования электронных средств. Методические указания к курсовому проектированию. (Электронный. док.) /Сост. М.А. Ивлев. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).

#### **7.4 Методические рекомендации НГТУ**

4.1 Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

[https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_auditorii.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF) - Режим доступа: свободный

4.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_srs.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF) - Режим доступа: свободный

4.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngt\\_u/metod\\_rekom\\_srs.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngt_u/metod_rekom_srs.PDF) - Режим доступа: свободный

4.4 Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес:

[https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngt\\_u/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngt_u/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf) - Режим доступа: свободный

## **8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

### **8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgas.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/>. - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/> . - Загл с экрана.
6. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам* Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

### **8.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В таблице 7 приведен перечень доступных в сети университета библиотечных систем.

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

В таблице 8 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016 )	

В таблице **9** указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
3	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице **10** указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в таблице 11.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	<b>5315</b> учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28л	Комплект демонстрационного оборудования: <ul style="list-style-type: none"> <li>ПК, с выходом на внешний монитор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 ГБ HDD, монитор 19" – 1шт.</li> <li>Телевизор LG 49"- 1 шт;</li> <li>ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 6 шт.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ)</li> <li>Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0)</li> <li>Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);</li> <li>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).</li> <li>T-Flex Cad 3D 17 Университетская лицензия (Договор 136-ПР-ТЧН-8-2016 без ограничения времени)</li> </ul>
2	<b>5317</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и	Комплект демонстрационного оборудования: <ul style="list-style-type: none"> <li>ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 ГБ HDD, монитор 19" – 1шт.</li> <li>Мультимедийный проектор ViewSonic PJD6253 - 1 шт;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ)</li> <li>Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);</li> <li>Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0)</li> <li>Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);</li> </ul>

	промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28л	<ul style="list-style-type: none"> <li>Экран – 1 шт.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).</li> </ul>
3	<b>5320</b> компьютерный класс - помещение для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28л)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проектор Accer – 1шт;</li> <li>ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 8 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 13 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ)</li> <li>Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14);</li> <li>Microsoft Office (лицензия № 43178972);</li> <li>Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);</li> <li>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)</li> <li>T-Flex Cad 3D 17 Университетская лицензия (Договор 136-ПР-ТСН-8-2016 без ограничения времени)</li> <li>Autodesk Inventor Pro 2019 (Лицензия № 564-65693746)</li> <li>Inventor Nastran in Cad 2019 (Лицензия № 564-02998488)</li> <li>Autodesk CFD Ultimate 2019 (Лицензия № 564-09028029)</li> <li>NI AWR Design Environment 13 (Лицензия №476)</li> <li>ELCUT 6.5 студенческий (свободнораспространяемое ПО)</li> <li>ТРИАНА 2.0 (Демо версия без ограничения времени)</li> </ul>

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации. Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

### 11.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

### **11.3. Методические указания для практических занятий**

В ходе практических занятий осваиваются навыки решения отдельных базовых конструкторских задач по конструированию изделий электронных средств первого и второго уровня конструктивно-технологических единиц. Результаты решений этих задач являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям, выполняемым, в отличие от практических заданий, по индивидуальным вариантам.

### **11.4. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа по индивидуальному заданию с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **11.5. Методические указания для курсового проектирования**

В ходе курсового проектирования осваиваются и закрепляются навыки самостоятельного решения комплекса взаимосвязанных конструкторских задач по разработке изделий электронных средств первого и второго уровня конструктивно-технологических единиц по индивидуальным заданиям. Результаты решений комплекса этих задач являются опорной основой для подготовки обучающихся к выполнению и защите выпускной квалификационной работы.

### **11.6. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы

(указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

### **12.1. Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям**

1. Назовите стадии разработки ЭС.
2. Назовите типы и виды производства ЭС.
3. Поясните задание условий эксплуатации.
4. Поясните виды электрических схем.
5. Поясните назначение металлизации отверстий на ПП, преимущества и недостатки.
6. Как влияют параметры импульсных сигналов цифрового печатного узла на электромагнитную совместимость его элементов?

### **12.2. Типовые вопросы для лабораторных работ**

1. Изложите методику размещения навесных элементов на ПП.
2. Назовите технологические ограничения на конструкции ПП.
3. Изложите методику расчета элементов печатного рисунка ПП.
4. Как обосновать класс точности ПП?
5. Как заданы на чертеже печатной платы требования по шероховатости обрабатываемых и необрабатываемых поверхностей?
6. Что можно определить по условному обозначению печатного проводника на чертеже ПП?

### **12.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

**Перечень вопросов к зачету в 6-м семестре:**

1. Поясните термин «конструкция» электронных средств.
2. Поясните термин «электронные средства».
3. Поясните термин «конструирование».
4. Что такое предмет конструирования? Приведите примеры.
5. Что такое объект конструирования? Приведите примеры.
6. В чем состоит процесс конструирования ЭС?
7. Назовите и поясните направления развития электронных средств.
8. В чем состоит цель конструирования ЭС?
9. Поясните классификацию видов промышленных изделий.
10. Поясните классификацию специфицированных изделий.
11. Типы промышленного производства.
12. Виды промышленного производства.
13. Текстовая конструкторская документация. Основные требования. Примеры.
14. Графическая конструкторская документация. Основные требования. Примеры.
15. Как задаются условия эксплуатации ЭС?
16. Как учитываются условия эксплуатации ЭС?
17. Жизненный цикл электронных средств. Этап проектирования.

18. Выходные данные этапа маркетинговых исследований.
19. Выходные данные этапа разработки ТЗ
20. Выходные данные этапа конструкторского проектирования.
21. Выходные данные этапа технологического проектирования.
22. Состав исходных данных конструкторское проектирование.
23. Состав требований технического задания.
24. Узловая компоновка электронных средств.
25. Анализ элементной базы электронных средств.
26. Порядок конструирования печатных плат
27. Поясните технологические ограничения на конструкцию печатных плат.
28. Как обосновать класс точности печатных плат?
29. Порядок конструирования печатных узлов.
30. Критерии оптимальности компоновки печатных узлов.

**Перечень вопросов к зачету в 7-м семестре:**

1. В чем состоит проблема электромагнитной совместимости (ЭМС) ЭС?
2. Назовите виды паразитных связей на печатных платах.
3. От чего зависят допустимые паразитные параметры печатных плат?
4. Как определить требования к конструкции печатных плат с точки зрения ЭМС?
5. Поясните типовые конструкции блоков ЭС.
6. Поясните выбор варианта размещения печатных узлов в блоке ЭС.
7. Какие конструкционные материалы используют при изготовлении несущих конструкций блоков.
8. Виды и параметры механических воздействий.
9. Поясните, какие существуют направления защиты ЭС от мехвоздействий.
10. Как влияет вариант размещения узлов в блоке на его выборочность?
11. Что такое коэффициент динамичности и от чего он зависит?
12. Как влияет частота собственных колебаний печатной узла на его выборочность?
13. Как влияет частота собственных колебаний системы «блок на амортизаторе» на амплитуду колебаний блока?
14. Как связана частота и амплитуда вибрации изделия ЭС с величиной его виброускорения?
15. Виды и характеристики амортизаторов.
16. Поясните выбор амортизаторов блока ЭС.
17. Поясните, как влияет нагрев ЭРЭ на работоспособность блока ЭС.
18. Внешние и внутренние источники нагрева блока ЭС.
19. Назовите и поясните особенности способов охлаждения ЭС.
20. Назовите и поясните состав исходных данных для определения способа охлаждения блока ЭС.
21. Поясните процедуру выбора способа охлаждения.
22. Охлаждение полупроводниковых компонентов ЭС с помощью радиаторов.
23. Виды и сравнительная характеристика радиаторов охлаждения компонентов ЭС.
24. Как осуществить эффективную теплопередачу с одной стороны (поверхности) печатной платы на ее другую сторону?
25. Как осуществляется защита ЭС от низких температур?

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену в 8-м семестре (ПК-2, ПКС-3):**

1. Жизненный цикл электронных средств. Этап проектирования.
2. Выходные данные этапа маркетинговых исследований.
3. Выходные данные этапа разработки ТЗ
4. Выходные данные этапа конструкторского проектирования.
5. Выходные данные этапа технологического проектирования.

6. Входные данные этапа модернизации.
7. Разновидности радиоэлектронных изделий по сферам применения, объекту установки, условиям эксплуатации и конструкционным признакам.
8. Структуры и классы радиоэлектронных изделий.
9. Этапы проектирования радиоэлектронных изделий, их содержание, виды расчетов.
10. Компоновочный расчет печатной платы.
11. Расчет размеров печатной платы.
12. Расчет размеров монтажных отверстий.
13. Расчет размеров контактных площадок.
14. Определение класса точности печатной платы.
15. Расчет ширины печатных проводников печатных плат.
16. Расчет допустимых паразитных параметров печатного монтажа.
17. Расчет фактических паразитных параметров печатного монтажа.
18. Конструкторская документация на приборы и системы. ЕСКД.
19. Виды, назначение и комплектность конструкторских документов.
20. Общие требования к выполнению конструкторских документов.
21. Особенности электрических функциональных схем.
22. Особенности электрических принципиальных схем.
- 23 Содержание перечней элементов ЭС.
24. Графические и текстовые компоненты чертежа печатной платы.
25. Содержание технических требований на чертеже печатной платы.
26. Проекции и текстовая часть сборочного чертежа печатного узла.
27. Содержание технических требований сборочного чертежа печатной платы.
28. Содержание спецификаций на печатный узел.
29. Требования к текстовым документам в виде в основном сплошного текста. (На примере ПЗ к курсовому проекту -КП).
30. Требования к текстовым документам в виде таблиц. (На примере ПЗ к КП).
31. Правила формирования обозначений конструкторских документов.
32. Нормативные требования к выполнению перечня элементов.
33. Нормативные требования к выполнению спецификаций.
34. Нормативные требования к выполнению пояснительных записок.
35. Нормативные требования к выполнению чертежа печатной платы.
36. Нормативные требования к выполнению сборочного чертежа печатного узла.
37. Нормативные требования к выполнению принципиальных электрических схем.
38. Нормативные требования к выполнению основных надписей на текстовых и графических конструкторских документах.
39. Модели ЭС, применяемые при расчете теплового режима.
40. Электротепловая аналогия и ее применение при расчете теплового режима.
41. Поясните коэффициентный метод расчета теплового режима.
42. Виды и характеристики климатических воздействий.
43. Влияние влаги на изделия ЭС.
44. Защита ЭС от влаги с помощью выбора конструкционных материалов.
45. Защита ЭС от влаги с помощью выбора покрытий.
46. Защита ЭС от влаги с помощью герметизации.
47. Выбор параметров объемного электромонтажа.
48. Выбор защиты объемного электромонтажа.
49. Поясните методику определения параметров надежности аппаратно-программных комплексов ЭС.
50. Поясните методику выбора оптимальных и рациональных решений из их вариантов.

#### **Перечень тем курсовых проектов (типовой)**

1. Разработка конструкции импульсного автогенератора.

2. Разработка конструкции модуля аналого-цифрового преобразователя.
3. Разработка конструкции усилителя НЧ.
4. Разработка конструкции ячейки счетчика-десифратора.
5. Разработка конструкции формирователя импульсов.
6. Разработка конструкции полосового усилителя.
7. Разработка конструкции высокочастотного усилителя.
8. Разработка конструкции источника электропитания.
9. Разработка конструкции охранного устройства.
10. Разработка конструкции устройства защитного отключения нагрузки.
11. Разработка конструкции зарядного устройства.
12. Разработка конструкции стенда контроля параметров ЭС.
13. Разработка конструкции блока управления электроприводом.
14. Разработка конструкции контрольно-измерительного прибора.
15. Разработка конструкции системы охлаждения бортового радиопередатчика.
16. Разработка конструкции измерителя уровней логических сигналов.
17. Разработка конструкции портативного измерителя уровня ионизирующего излучения.
18. Разработка конструкции преобразователя напряжения электропитания.
19. Разработка конструкции блока управления системой кондиционирования.
20. Разработка конструкции монтажного модуля бортового радиопередатчика.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИРИТ:  
Мякиньков А.В.  
подпись  
“ ” 2021 г.  
ФИО

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**Б1.В.ОД.7 Основы конструирования электронных средств**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров

Направление: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Направленность: Конструирование и технология электронных устройств

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2021.

Курс 3,4

Семестры 6,7,8

<sup>23</sup> а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20 г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1) .....
- 2) .....
- 3) .....

Разработчик (и): Ивлев М.А., д.т.н., доцент \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

« \_\_\_\_ » 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры КТПП

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » 2021 г.

Заведующий кафедрой КТПП С.Л. Моругин \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой КТПП С.Л. Моругин \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » 2021 г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » 2021 г.

<sup>22</sup> Рабочая программа дисциплины актуализируется ежегодно перед началом нового учебного года.

<sup>23</sup> Разработчик выбирает один из представленных вариантов

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины**  
**Б1.В.ОД.7 Основы конструирования электронных средств**  
**ОП ВО по направлению 11.03.03- Конструирование и технология электронных средств**  
**направленность «Конструирование и технология электронных устройств»**  
**квалификация выпускника – бакалавр**

Рындыка Александра Георгиевича, заведующего кафедрой Информационные радиосистемы, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы конструирования электронных средств» ОП ВО по направлению 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств, направленность: Конструирование и технология электронных устройств (уровень обучения бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре КТПП, разработчик – Ивлев М.А. д.т.н., доцент.

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОП ВО несомненна – дисциплина является обязательной в базовой части учебного цикла – Б1.В. ОД7.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств.

В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы конструирования электронных средств» закреплено ПКС-2, ПКС-3 компетенций. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Основы конструирования электронных средств» составляет 15 зачётных единицы (540 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Основы конструирования электронных средств» взаимосвязана с другими дисциплинами ОП ВО и Учебного плана по направлению 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, работа над домашним заданием и аудиторных заданиях, защита отчетов по лабораторным работам), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточный контроль знаний студентов, предусмотренный Программой, осуществляется в форме экзамена что соответствует статусу дисциплины, как обязательной

дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.ОД. ФГОС ВО 3++ направления 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств.

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – источник (базовое учебное пособие), дополнительной литературой – 2-х наименований, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы конструирования электронных средств» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Основы конструирования электронных средств».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы конструирования электронных средств » ОП ВО по направлению 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств, направленность «Конструирование и технология электронных устройств» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная д.т.н., доцентом Ивлевым М.А., соответствует требованиям ФГОС ВО 3++, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Рындык А.Г., зав. кафедрой «Информационные радиосистемы», НГТУ, д.т.н., профессор

«07» июня 2021 г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)