

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.3 Теоретические 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 360/10
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация: зачет (3 семестр), экзамен (4,5 семестр)

Разработчики: Ивлев М.А., д.т.н., доцент,
Садков В.Д., к.т.н., доцент,
Лопаткин А.В., к.т.н., доцент

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-26.

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	8
5. Структура и содержание дисциплины	10
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины	22
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	27
8. Информационное обеспечение дисциплины	28
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ	30
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине	30
11.Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	32
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	33
Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	38

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является формирование компетенций в области базовых принципов конструирования электронных средств (ЭС) в соответствии с потребностями общества и в области разработки конструкторской документации на них.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение принципов целеполагания при разработке электронных устройств и построения технического задания;
- изучение принципов конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов в соответствии с техническим заданием;
- изучение методик оценочных расчетов характеристик электронных устройств;
- приобретение навыков оформления конструкторской документации в соответствии со стандартами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Теоретические 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 «Теоретические основы конструирования электронных средств», являются: «Математика», «Физико-химические основы конструирования электронных средств», «Материалы и компоненты электронной техники», «Электронные модели изделий ЭС».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Основы компьютерного проектирования РЭС», «Основы конструирования электронных средств», «Информационные технологии проектирования электронных средств», «Основы технологии производства электронных средств».

Рабочая программа дисциплины «Теоретические 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:

- способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПКС-2);
- способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПКС-3).

В таблице 1 представлены дисциплины, участвующие в формировании данных компетенций.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплин

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	<i>Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра</i>							
Код компетенции ПКС-2	1	2	3	4	5	6	7	8
<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>								✓
Код компетенции ПКС-3								
<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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
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>Знать: принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов.</p> <p>Уметь: проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.</p> <p>Владеть: навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.</p>	<p>Вопросы на практических работах.</p>	<p>Вопросы для сдачи зачетов и экзамена (билеты)</p>		
	ИПКС-2.2. Проводит оценочные расчеты характеристик электронных приборов					
	ИПКС-2.3. Готовит принципиальные и монтажные электрические схемы					
ПКС-3. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим	ИПКС-3.1. Освоил принципы построения технического задания при разработке электронных блоков	<p>Знать: принципы построения технического задания при разработке электронных блоков.</p> <p>Уметь: использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.</p> <p>Владеть: навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.</p>	<p>Вопросы на практических работах.</p>	<p>Вопросы для сдачи зачетов и экзамена (билеты)</p>		
	ИПКС-3.2. Использует нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.					

нормативным документам	ИПКС-3.3 Оформляет проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами.					
------------------------	---	--	--	--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 10 зач.ед. 360 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		
		3	4	5
Формат изучения дисциплины	очный			
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	360	108	108	144
1. Контактная работа:	144	53	37	54
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	136	51	34	51
занятия лекционного типа (Л)	85	34	17	34
занятия семинарского типа (практ. занятия)	51	17	17	17
лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
1.2. Внеаудиторная, в том числе	8	2	3	3
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	1	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	4	1	1	1
2. Самостоятельная работа (СРС)	144	55	35	54
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	144	46	35	54
Подготовка к зачету		9		
Подготовка к экзаменам (контроль)	72		36	36

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 ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
ПКС-2: ИПКС-2.1, ИПКС 2.2, ИПКС 2.3. ПКС-3: ИПКС 3.1, ИПКС 3.2, ИПКС 3.3	Раздел 1 Электронные устройства как технические средства								
	Тема 1.1 Технические средства (ТС). Актуальность стадии разработки ТС.	1							
	Тема 1. 2 Предметная область конструирования электронных средств. Изделие высшего уровня.	2							
	Тема 1. 3 Объект и предмет конструирования	1							
	Практическое занятие №1 Идентификация объекта и предмета конструирования			2	4	Подготовка к ПЗ [1.1, 3.1]	Разбор конкретных примеров объектов и предметов конструирования		
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				6	Чтение печатного издания [1.1]			
	Итого по 1 разделу	4		2	10				
	Раздел 2 Модели качества электронных средств								
	Тема 2.1 Конкурентоспособность электронных средств	1							
	Тема 2.2 Количественные оценки конкурентоспособности	2							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид CPC ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (CPC), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 2.3 Модели контроля качества в производстве ЭС	2											
	Практическое занятие №2 Построение моделей качества ЭС на стадии производства			4	4	Подготовка к ПЗ [1.1, 3.1]	Разбор примеров влияния факторов производства на качество ЭС		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	Тема 2.4 Модели контроля качества в проектировании ЭС (модель QFD, дифференцированный продукт)	6											
	Практическое занятие №3 Построение модели QFD			2	4	Подготовка к ПЗ [1.1, 3.1]	Разбор конкретных ситуаций		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	Практическое занятие №4 Построение графовой модели ЭС и решение задач на ее основе			2	4	Подготовка к ПЗ [1.1, 3.1]	Аналитическое решение и построение графов		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	Тема 2.5 Направления проектирования ЭС: разработка, модернизация, модификация	1											
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				6	Чтение печатного издания [1.1]							
	Итого по 2 разделу	12		8	18								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
Раздел 3 Циклы проектирования электронных средств													
Тема 3.1 Жизненный цикл электронных средств	1												
Тема 3.2 Конструкция и конструирование	1												
Тема 3.3 Стадии разработки ЭС	2			2	Чтение печатных изданий [2.4-2.7]								
Тема 3.4 Виды изделий ЭС, уровни конструктивно-технологических единиц	4			1	Чтение печатного издания [1.1]								
Тема 3.5 Учет технологической базы и внешних факторов	4												
Самостоятельная работа над лекционным материалом				8	Чтение печатного издания [1.1]								
Итого по 3 разделу	12			11									
Раздел 4 Разработка ТЗ и анализ исходных данных													
Тема 4.1 Структура исходных данных	1												
Тема 4.2 Разработка технического задания	2			2	Чтение печатного издания [2.2]								
Практическое занятие №5 Выполнение технического задания на электронное устройство			2	4	Подготовка к ПЗ [1.1, 3.1]	Разбор конкретных ситуаций			Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
Тема 4.3 Анализ элементной базы по устойчивости к внешним воздействиям	1			2	Чтение печатного издания [1.1]								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид CPC ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (CPC), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Практическое занятие №6 Анализ элементной базы ЭС			3	4	Подготовка к ПЗ [3.1]	Разбор конкретных ситуаций		Дополнительные материалы, рассыпаемые по электронной почте.				
	Тема 4.4 Анализ режимов работы и их электрических параметров	2											
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				4	Чтение печатного издания [1.1]							
	Итого по 4 разделу	6		5	16								
	ИТОГО ЗА 4-Й СЕМЕСТР	34		17	55								
	Раздел 5 Математические модели элементов конструкций ЭС												
	Тема 5.1 Современное состояние и тенденции развития методов моделирования физических полей в элементах конструкций ЭС	1							Дополнительные материалы, рассыпаемые по электронной почте.				
	Тема 5.2 Понятие физического поля. Классификация полей. Общие свойства физических полей	1											
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				3	Чтение печатного издания [1.2, 1.3]							
	Итого по 5 разделу	2			3								
	Раздел 6 Понятие краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид CPC ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (CPC), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 6.1 Математическое описание физических полей. Краевая задача	2											
	Практическое занятие №7 Постановка краевой задачи и методы моделирования стационарных и нестационарных полей			3	3	Подготовка к ПЗ [3.2]							
	Тема 6.2 Основные методы решения краевых задач. Аналитические и численные методы	2							Дополнительные материалы, рассыпаемые по электронной почте.				
	Практическое занятие №8 Моделирование методом Фурье колебаний струны. мембранны, тепла в трехмерном элементе			4	4	Подготовка к ПЗ [3.2]							
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				3	Чтение печатного издания [1.2, 1.3]							
	Итого по 6 разделу	4		7	10								
	Раздел 7 Численные методы решения краевых задач												
	Тема 7.1 Численные методы решения краевых задач: МКР	2											

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид CPC ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (CPC), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
<p>Практическое занятие №9. Получение разностного аналога краевой задачи, ССУ. Классификация ИМ. Нелинейные задачи. Организация ИП. Блок-схема программы решения задачи</p> <p>Тема 7.2 Особенности моделирования нестационарных физических полей и полей в нелинейных средах</p> <p>Самостоятельная работа над лекционным материалом</p> <p>Итого по 7 разделу</p> <p>Раздел 8. Численные методы решения краевых задач МКЭ</p> <p>Тема 8.1 Численные методы решения краевых задач: МКЭ</p> <p>Практическое занятие №10. Сходство и отличие с МКР. Вариационные методы решения ССУ. Типовая блок-схема.</p> <p>Самостоятельная работа над лекционным материалом</p> <p>Итого по 8 разделу</p>			6	6	Подготовка к ПЗ [3.2]				Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	3												
				4	Чтение печатного издания [1.2, 1.3]								
	5		6	10									

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид CPC ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (CPC), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Раздел 9. Структура программных продуктов анализа физических полей.												
	Тема 9.1 Структура программных продуктов анализа физических полей.	2							Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				4	Чтение печатного издания [1.2, 1.3]							
	Итого по 9 разделу	2			4								
	ИТОГО ЗА 4-Й СЕМЕСТР	17		17	35								
	Раздел 10 Влияние теплового режима ЭС на надежность												
	Тема 10.1 Влияние теплового режима на активные компоненты ЭС	2					Разбор конкретных ситуаций						
	Тема 10.2 Влияние теплового режима на пассивные компоненты ЭС	2					Разбор конкретных ситуаций						
	Тема 10.3 Влияние колебаний температуры на работоспособность ЭС	2					Разбор конкретных ситуаций						
	Практическое занятие № 11. Оценка влияния теплового режима на надежность.			4	6	Подготовка к ПЗ [3.3]							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид CPC ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (CPC), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				6	Чтение печатного издания [1.5,1.6.]							
	Итого по 10 разделу	6		4	12								
	Раздел 11 Теория теплообмена в электронных устройствах												
	Тема 11.1 Кондуктивный теплообмен	2											
	Тема 11.2 Конвективный теплообмен	2											
	Тема 11.3 Теплообмен излучением	2											
	Практическое занятие № 12. Анализ механизмов теплопередачи в блоках ЭС.			4	4	Подготовка к ПЗ [3.3]							
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				6	Чтение печатных изданий [1.5, 1.6]							
	Итого по 11 разделу	6		4	10								
	Раздел 12 Теплофизическое проектирование ЭС												
	Тема 12.1. Внешние и внутренние факторы, влияющие на тепловой режим	2											
	Тема 12.2. Схемотехническая стадия проектирования	2					Разбор конкретных ситуаций						
	Практическое занятие № 13. Анализ схемотехнических решений обеспечения теплового режима.			2	2	Подготовка к ПЗ [3.3]]							
	Тема 12.3 Характеризация теплонагруженности ЭС	2											

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 12.4 Компоновочные решения по обеспечению теплового режима ЭС	2											
	Практическое занятие № 14. Анализ конструкторских решений обеспечения теплового режима.			3	4	Подготовка к ПЗ [3.3]]	Разбор конкретных ситуаций		Дополнительные материалы, рассылаемые по электронной почте.				
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				8	Чтение печатных изданий [1.5, 1.6]							
	Итого по 12 разделу	8		5	14								
	Раздел 13. Тепловое моделирование блоков ЭС.												
	Тема 13.1 Укрупненная тепловая модель блока ЭС.	2					Разбор конкретных ситуаций						
	Тема 13.2 Электротепловая аналогия.	2											
	Практическое занятие № 15. Построение тепловых цепей как тепловой модели узлов блока ЭС			2	2	Подготовка к ПЗ [3.3]	Разбор конкретных ситуаций						
	Тема 13.3 Тепловые цепи и проводимости как модели теплопереноса в ЭС.	2											
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				6	Чтение печатных изданий [1.5, 1.6]							
	Итого по 13 разделу	6		2	8								
	Раздел 14. Инженерные оценки теплового режима ЭС.												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид CPC ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (CPC), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 14.1 Оценка теплового режима в условиях кондуктивного теплообмена.	2											
	Тема 14.1 Коэффициентный метод оценки теплового режима. Естественное воздушное охлаждение.	2					Разбор конкретных ситуаций						
	Практическое занятие № 16. Расчет теплового режима блока ЭС коэффициентным методом.			2	2	Подготовка к ПЗ [3.3]							
	Тема 14.1 Коэффициентный метод оценки теплового режима. Принудительное воздушное охлаждения.	2											
	Тема 14.1 Особенности расчета теплового режима ЭС в перфорированном корпусе	2					Разбор конкретных ситуаций						
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				8	Чтение печатных изданий [1.5, 1.6]							
	Итого по 14 разделу	8		2	10								
	ИТОГО ЗА 5-Й СЕМЕСТР	34		17	54								
	ИТОГО по дисциплине	85		51	144								

¹⁴ приводятся количество часов Практической подготовки (при наличии), которая производится на предприятиях, согласно договору НГТУ (берутся из ОП ВО, раздел _____)

¹⁵ 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 занятиях, промежуточный контроль осуществляется на зачете в 3 семестре и экзамене в 4 и 5 семестрах в устной форме.

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

- 1) Вопросы для подготовки к практическим занятиям (пример).
 1. Понятие конструкции ЭС.
 2. Понятие изделия высшего уровня.
 3. Объекты и предметы разработки ЭС.
 3. Факторы влияния технологической базы изготовителя на конструкторские решения.
 4. Уравнение теплопроводности. Вывод уравнения, описывающего распространение тепла (диффузию частиц) в теле.
 5. Классификация методов решения краевых задач. Аналитические методы. Численные методы.
- 2) Перечень вопросов (пример), выносимых на промежуточную аттестацию (зачет, экзамен).
 1. Этапы проектирования радиоэлектронных изделий, их содержание, виды конструкторских расчетов.
 2. Порядок формирования технического задания на разработку ЭС. Состав ТЗ.
 3. Изучение и освоение основных этапов моделирования стационарных полей в прямоугольных областях.
 4. Изучение и освоение особенностей этапов переноса и дискретизации краевых условий в областях сложной формы
 5. Изучение и освоение особенностей и этапов моделирования нестационарных полей.
 6. Поясните механизм влияния теплового режима на надежность компонентов ЭС
 7. Поясните механизм влияния перепадов температуры на надежность компонентов
 8. Поясните, какие понятия электрических законов эквивалентны понятиям законов теплопередачи.

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

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

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов на зачете в 3 семестре должны быть представлены критерии выставления результатов: «зачтено», «не зачтено», на экзамене в 4,5 семестрах - 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	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

автоматизации проектирования	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.
	ИПКС-2.3. Готовит принципиальные и монтажные электрические схемы	Изложение учебного материала бессистемное, проявляет незнание правовых норм, что препятствует усвоению последующей информации; Демонстрирует частичные и слабые умения в определяет имеющихся ресурсов и ограничений	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;	Имеет глубокие знания всего материала; в полной мере владеет классификацией ресурсов; свободно осуществляет поиск правовых и нормативных документов в практических примерах в различных ситуациях.
ПКС-3. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации	ИПКС-3.1. Освоил принципы построения технического задания при разработке электронных блоков	Показывает незнание правовых норм, демонстрирует фрагментарные знания и умения, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач	Неполное усвоение полученных знаний, допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя;	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов и их достижения при управлении проектом.	Изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые.

<p>стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p>	<p>ИПКС-3.2. Использует нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.</p>	<p>Неполное бессистемное изложение учебного материала, 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, знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов и 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.</p>
	<p>ИПКС-3.3 Оформляет проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами.</p>	<p>Изложение учебного материала бессистемное, показывает незнание правовых норм, что препятствует усвоению последующей информации; демонстрирует частичные и слабые умения в определении имеющихся ресурсов и ограничений.</p>	<p>Ошибки при применении системного подхода для решения поставленных задач, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственno осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации,</p>	<p>Уверенно владеет знаниями и навыками при применении ресурсов и их использованием; формулирует ограничения для решения ПЗ; допускает незначительные ошибки, которые сам исправляет.</p>	<p>Проявляет глубокие знания всего материала; в полной мере владеет классификацией ресурсов; свободно осуществляет поиск правовых и нормативных документов в практических примерах.</p>

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 Демирчян К.С., Чечурин В.Л. Машины расчеты электромагнитных полей : Учебн. пособие для энергетических и радиотехнических специальностей вузов.- М.:Высш.шк.,1986. -346 с.
- 1.3 Веников А.А. Теория подобия и моделирование. - М.:Высш. шк., 1988.268 с.
- 1.4 Ямпурин Н.П., Широков Л.В., Садков В.Д. Современные проблемы радиоэлектроники с позиций теории конформных отображений.- Арзамас: АГПИ, 2014. 238 с.
- 1.5 Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Высшая школа, 1984. – 247 с.
- 1.6 Роткоп Л.Л., Спокойный Ю.Е. Обеспечение тепловых режимов при конструировании РЭА. – М.: Сов.радио, 1976. - 232 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 2.103-2013 ЕСКД Стадии разработки. – М.: Стандартинформ, 2015. – 10 с.
- 2.5 ГОСТ 2.118-2013 ЕСКД. Техническое предложение. – М.: Стандартинформ, 2013. – 6 с.
- 2.6 ГОСТ 2.119-2013 ЕСКД. Эскизный проект. – М.: Стандартинформ, 2013. – 6 с.
- 2.7 ГОСТ 2.119-2013 ЕСКД. Технический проект. – М.: Стандартинформ, 2013. – 6 с.
- 2.8 Иоссель Ю.Я., Кочанов Э.С., Струнский М.Г. Расчет электрической ёмкости. Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 368 с.
- 2.9 Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А. Расчет индуктивностей: Справочная книга.-Л.: Энергоатомиздат, 1986.-318 с.

7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

- 3.1 Теоретические 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 технологии в проектировании и производстве»).
- 3.2 Теоретические основы конструирования электронных средств. Методические указания к практическим занятиям. Часть 2. (Электронный. док.) /Сост. В.Д. Садков. - НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2021. (Фонд электронных документов кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»).
- 3.3 Теоретические основы конструирования электронных средств. Методические указания к практическим занятиям. Часть 3. (Электронный. док.) /Сост. А..В. Лопаткин - 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 - 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 - 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_ngtu/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_ngtu/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	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

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)
<i>1</i>	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
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
<i>1</i>	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 2 3
1	5315 :учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Н. Новгород, ул. Минина, 28л	Комплект оборудования: <ul style="list-style-type: none"> • ПК, с выходом на внешний монитор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 ГБ HDD, монитор 19" – 1шт. • Телевизор LG 49"- 1 шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 6 шт. 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ) • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19). • T-FlexCad 3D 17 Университетская лицензия(Договор 136-ПР-ТЧН-8-2016 без ограничения времени)
2	5317 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28л	Комплект демонстрационного оборудования: <ul style="list-style-type: none"> • ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 ГБ HDD, монитор 19" – 1шт. • Мультимедийный проектор ViewSonic PJD6253- 1 шт; • Экран – 1 шт.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ) • Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).
3	5320 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"> • Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 8 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 13шт.. <p>ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ) • Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNULGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • T-FlexCad 3D 17 Университетская лицензия (Договор 136-ПР-ТЧН-8-2016 без ограничения времени) • Autodesk Inventor Pro 2019 (Лицензия № 564-65693746) • Inventor Nastran in Cad 2019 (Лицензия № 564-02998488) • Autodesk CFD Ultimate 2019 (Лицензия № 564-09028029) • NI AWR Design Environment 13 (Лицензия №476)

		<ul style="list-style-type: none"> • ELCUT 6.5 студенческий (свободно распространяемое ПО) • ТРИАНА 2.0 (Демо версия без ограничения времени)
--	--	---

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 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 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 7.

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 занятиям (примеры)

1. Характеристика стадий разработки ЭС.
2. Характеристика типов и видов производства ЭС.
3. Задание условий эксплуатации в техническом задании.
4. Изучение и освоение основных этапов моделирования стационарных полей в прямоугольных областях.
5. Изучение и освоение особенностей этапов переноса и дискретизации краевых условий в областях сложной формы.
6. Изучение и освоение особенностей и этапов моделирования полей в нелинейных средах.
7. Изучение и освоение особенностей и этапов моделирования нестационарных полей.
8. Изучение особенностей обеспечения теплового режима ЭС на основе механизма теплопроводности.
9. Изучение особенностей обеспечения теплового режима ЭС на основе механизма конвекции.
10. Изучение особенностей обеспечения теплового режима ЭС на основе механизма лучеиспускания.

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

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету- 3 семестр

(ПКС-2, ПКС-3):

1. Жизненный цикл электронных средств. Этап проектирования.
2. Понятия потребительских свойств и технических характеристик ЭС.
3. Понятие электронных устройств как технических средств.
4. Объект и предмет конструирования ЭС.
5. Как обосновать цель конструкторского проектирования?
6. Количественные оценки конкурентоспособности.
7. Инструменты контроля качества ЭС на стадии производства.
8. Модель QFD: структура, исходные данные и результат применения.
9. Модель ЭС как дифференцированного продукта.
10. Пояснить структуру графовой модели с потоками, смысл ее компонентов.
11. Пояснить категории: разработка, модернизация, модификация ЭС.
12. Поясните категории конструкции и конструирования.
13. Стадии разработки ЭС.
14. Виды и цель конструкторских расчетов ЭС.
15. Уровни конструктивно-технологических единиц ЭС.

16. Как учитываются конструктором технологические ограничения при проектировании ЭС?
17. Структура исходных данных для конструирования ЭС.
18. Структура технического задания на конструирование ЭС.
19. Как обосновать цель конструирования ЭС?
20. В чем состоит анализ элементной базы ЭС?
21. В чем состоит анализ режимов и параметров работы ЭС?
22. Какие параметры элементной базы применяются при аналитической компоновке?
Привести примеры.
23. Поясните влияние изделия высшего уровня на конструкторские решения разрабатываемого изделия.
24. Приведите примеры функциональных характеристик ЭС.
25. Приведите примеры цели и задач конструкторского проектирования.

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену 4 семестр
(ПКС-2, ПКС-3):**

1. Понятие физического поля. Классификация полей. Точечные, локальные и интегральные характеристики поля.
2. Электродинамические аналогии. Критерии подобия. Общие свойства стационарных физических полей и их интегральных характеристик.
3. Одномерное волновое уравнение. Вывод уравнения для поперечных колебаний струны. Краевые условия, начальные условия.
4. Одномерное волновое уравнение. Вывод уравнения продольных колебаний стержня. Краевые и начальные условия. Решение задачи методом разделения переменных.
5. Двумерное волновое уравнение поперечных колебаний мембранны. Начальные и краевые условия.
6. Уравнение теплопроводности. Вывод уравнения, описывающего распространение тепла (диффузию частиц) в теле. Граничные условия. Начальные условия.
7. Уравнения Пуассона и Лапласа Физические процессы в РЭА (электростатические, тепловые, магнитные, токов в проводящей среде), описываемые этими уравнениями.
8. Уравнения электромагнитного поля. Частные случаи. Телеграфное уравнение. Уравнение Гельмгольца. Уравнения электростатики, магнитостатики, стационарной теплопроводности.
9. Понятие об общем интеграле дифференциального уравнения в частных производных. Общий интеграл одномерного волнового уравнения. Физический смысл полученного решения.
10. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Уравнения гиперболического, параболического, эллиптического типов.
11. Задача Коши для поперечных колебаний бесконечной струны. Физический смысл решения задачи методом характеристик. Частные случаи возбуждения бесконечной струны.
12. Решение уравнения для поперечных колебаний ограниченной струны методом характеристик. Физический смысл действия закрепленного и свободного концов струны. Физика колебаний стержней и пластин при разных условиях закрепления. Физика колебаний газовых столбов в трубах при разных краевых условиях
13. Основные краевые задачи для дифференциальных уравнений в частных производных. Краевые задачи для уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типа. Граничные условия 1, 2 и 3 рода.
14. Дискретные модели основных дифференциальных уравнений математической физики.
15. Решение краевых задач методом теории аналитических функций. Идея метода, область применения. Решение типовых задач в прямоугольных и многоугольных

- областях. Интеграл Кристоффеля-Шварца. Специальные функции – эллиптические интегралы и эллиптические функции Якоби.
- 16. Метод разделения переменных. Общий подход при решении краевых задач для дифференциальных уравнений второго порядка.
 - 17. Классификация методов решения краевых задач. Аналитические методы. Численные методы. Область применения. Выбор метода решения.
 - 18. Способы упрощения краевой задачи. Учет симметрии области. Теорема бисекции. Изотропизация и линеаризация среды. Инверсия краевых условий.
 - 19. Метод источников решения уравнения теплопроводности. Физический смысл метода.
 - 20. Решение краевой задачи охлаждения стержня конечной длины методом разделения переменных.
 - 21. Исследование поперечных колебаний струны конечной длины методом разделения переменных.
 - 22. Решение задачи о стационарном распределении температуры в прямоугольном брусе.
 - 23. Решение задачи охлаждения тонкой пластины методом разделения переменных.
 - 24. Решение задачи о вынужденных поперечных колебаниях струны методом разделения переменных.
 - 25. Решение задачи о свободных колебаниях прямоугольной мембранны методом разделения переменных. Узловые линии. Физический смысл. Вынужденные колебания мембранны.
 - 26. Решение задачи о свободных колебаниях круглой мембранны методом разделения переменных. Узловые линии. Физический смысл. Функции Бесселя 1-го и 2-го рода.
 - 27. Решение краевых задач методами моделирования на основе сплошных сред. Критерий подобия. Теоремы подобия.
 - 28. Численные методы решения краевых задач. Основные этапы решения задачи конечно-разностным методом.
 - 29. Конечно-разностный метод. Способы получения разностных уравнений на регулярных и нерегулярных сетках
 - 30. Конечно-разностный метод. Практические способы выбора шага сетки.
 - 31. Конечно-разностный метод. Получение однотипных разностных уравнений для неоднородных и кусочно-однородных сред.
 - 32. Конечно-разностный метод. Перенос краевых условий 1-го и 2-го рода с границы исследуемой области на границу сеточной области.
 - 33. Конечно-разностный метод. Аппроксимация источников.
 - 34. Конечно-разностный метод. Определение интегральных характеристик поля.
 - 35. Конечно-разностный метод. Свойства системы разностных уравнений и способы их решения.
 - 36. Конечно-разностный метод. Итерационные методы решения систем разностных уравнений. Критерии точности и окончания итерационного процесса.
 - 37. Конечно-разностный метод. Стационарные итерационные методы (простых итераций, Зейделя, верхней и нижней релаксации).
 - 38. Конечно-разностный метод. Нестационарные итерационные методы. Метод Ричардсона. Попеременно - треугольный метод. Итерационные методы вариационного типа.
 - 39. Конечно-разностный метод. Способы повышения эффективности. Метод сгущающихся сеток. Способы повышения точности начального приближения.
 - 40. Конечно-разностный метод. Решение нестационарных краевых задач. Способы перехода к разностному уравнению. Устойчивость решения. Условия устойчивости.
 - 41. Конечно-разностный метод. Решение стационарных задач в нелинейных средах.
 - 42. Конечно-разностный метод. Типовая блок-схема программы.

43. Метод конечных элементов. Характеристика метода, особенности по сравнению с конечно-разностным. Типы элементов и интерполяционных полиномов.
44. Метод конечных элементов. Формирование системы алгебраических уравнений. Свойства системы.
45. Метод конечных элементов. Расчет дифференциальных и интегральных характеристик поля.
46. Программные продукты для анализа и визуализации полей. Структура, перспективы развития.

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену 5 семестр
(ПКС-2, ПКС-3):**

1. Влияние температурного режима на функционирование электронных средств.
2. Влияние температурного режима на надежность электронных средств.
3. Поясните, на какие показатели надежности влияет тепловой режим электронных средств.
4. Влияние колебаний температуры изделий электронных средств на функционирование электронных средств.
5. Законы теплопередачи и их роль в обеспечении теплового режима ЭС.
6. Как повысить эффективность теплопередачи за счет теплопроводности?
7. Как повысить эффективность теплопередачи за счет конвекции?
8. Как повысить эффективность теплопередачи за счет излучения?
9. Как повысить эффективность теплопередачи за счет перфорации корпуса?
10. Поясните виды и дайте сравнительную характеристику систем охлаждения электронных средств.
11. Как определить очередность последовательного расположения узлов ЭС в потоке охлаждаемого воздуха?
12. Как разделить воздушный поток, охлаждающий узлы ЭС, при их параллельном обдуве?
13. Поясните, как и почему установка полупроводникового прибора на радиаторе влияет на его температуру?
14. От каких особенностей конструкции радиатора зависит его эффективность?
15. Какие исходные данные необходимы для расчета перегрева компонента ЭС относительно окружающей среды?
16. Поясните как связаны между собой электро- и теплопроводность радиоматериалов?
17. Приведите примеры конструкционных материалов с низкой и высокой теплопроводностью. Поясните области их применения.
18. Поясните задачи терmostатирования и примеры его реализации.
19. Поясните особенности упрощенной тепловой модели.
20. В чем состоят преимущества и недостатки защиты ЭС от отрицательных температур с помощью плат нагрева?
21. Поясните суть коэффициентного метода оценки теплового режима.
22. Поясните суть метода оценки температуры кристалла полупроводникового прибора.
23. Поясните порядок расчёта температуры радиатора полупроводникового прибора.
24. Что такое внутреннее сопротивление полупроводникового прибора? Как его определяют?
25. Поясните нормативные требования к составлению спецификации.
26. Поясните нормативные требования к разработке электрической принципиальной схемы.
27. Поясните нормативные требования к разработке электрической структурной схемы.
28. Поясните нормативные требования к разработке электрической функциональной схемы.
29. Поясните нормативные правила разработки раздела ТЗ «Технические требования».

30. Поясните нормативные правила разработки раздела ТЗ «Цель и задачи разработки».

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

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.В.ОД.3 - Теоретические 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 2,3

Семестры 3,4,5

²³а) 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)

Садков В.Д., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Лопаткин А.В., к.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.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины
Б1.В.ОД.3 «Теоретические 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 «Теоретические 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, разработчики – Ивлев М.А. д.т.н., доцент, Садков В.Д., к.т.н., доцент, Лопаткин А.В., к.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 вариативной части учебного плана – Б1.В. ОД.3.

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

В соответствии с Программой за дисциплиной «Теоретические 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 «Теоретические основы конструирования электронных средств» составляет 10 зачётных единицы (360 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Теоретические 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 участия в дискуссиях, работа над домашним заданием и аудиторных заданиях, защита отчетов по лабораторным работам), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Итоговый 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 и дополнительной литературой, 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 «Теоретические 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 «Теоретические основы конструирования электронных средств».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Теоретические 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) 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)