



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)

**Факультет энергетики и электроники**

*(наименование факультета/института)*

**Кафедра «Электронные, радиоэлектронные и электротехнические системы»**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор по учебной  
работе и цифровизации**

**В.А. Шкаберин**

**«25» апреля 2023 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**«Основы проектирования электронной компонентной базы»**

*(наименование дисциплины)*

**11.03.04 Электроника и микроэлектроника**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Микроэлектроника и твердотельная электроника**

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

**высшее образование – бакалавриат**

*(уровень образования)*

**бакалавр**

*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

**очная**

*(форма обучения)*

**2023**

*(год набора)*

**Брянск 2023**

Рабочая программа учебной дисциплины  
«Основы проектирования электронной компонентной базы»

(наименование дисциплины)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Микроэлектроника и твердотельная электроника

(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)

**Разработал(и):**

Доцент, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Малаханов

(И.О. Фамилия)

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Электронные, радиоэлектронные и  
электротехнические системы»

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

« 05 » марта 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Малаханов

(И.О. Фамилия)

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

«Электронные, радиоэлектронные и электротехнические системы»

(наименование выпускающей кафедры)

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Малаханов А.А.

(И.О. Фамилия)

© Малаханов А.А. 2023

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС.....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	7
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
5.1. Структура дисциплины.....	8
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	10
5.3. Лекции .....	12
5.4. Лабораторные работы .....	14
5.5. Практические занятия .....	14
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	16
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	19
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	20
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	20
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	21
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	21
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	21
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	21
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	22
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	23

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	25
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	25
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	26
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	27
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины.....	27
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	28
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	29
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	32
12.5. Характеристика результатов обучения .....	32
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	33
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	33

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Основы проектирования электронной компонентной базы» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль «Микroeлектроника и твердотельная электроника».

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины – формирование знаний об электронной компонентной базе (ЭКБ) – дискретных и интегральных полупроводниковых приборах их конструкциях, характеристиках, базовых технологиях и особенностях проектирования и расчета их элементов.

**Задачи** дисциплины:

- изучение общих принципов проектирования интегральных микросхем (ИМС) и дискретных полупроводниковых приборов (ППП);
- конструирование и расчет элементов гибридных интегральных микросхем (ГИС, ГИМС);
- проектирование полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах;
- проектирование полупроводниковых ИМС на полевых транзисторах;
- особенности проектирования больших и сверхбольших интегральных микросхем;
- проектирование и расчет мощных полупроводниковых приборов;
- методы повышения надежности и радиационной стойкости полупроводниковых приборов.

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

Дисциплина входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, и реализуется на 4 курсе(-ах) в 7 семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины: *«Полупроводниковые приборы»*, *«Схемотехника аналоговых электронных устройств»*, *«Цифровая электроника»*, *«Микroeлектроника»*, *«Приборно-технологическое моделирование полупроводниковых приборов»*.

Параллельно изучаются дисциплины: *«САПР интегральных микросхем»*, *«Методы исследования материалов электроники»*, *«Методы исследования структур электроники»*, *«Технология производства полупроводниковых приборов»*.

Базируются на изучении дисциплины: *«Методы и оборудование диагностики и контроля параметров полупроводниковых приборов»*, *«Автоматизация микroeлектронного производства»*, *«Производственная (преддипломная)*

практика», «Государственная итоговая аттестация (включая выполнение и защиту выпускной квалификационной работы)».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ПК-2, ПК-3, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-2. Готов выполнять расчет, проектирование и конструирование электронных компонентов, электронных и электротехнических устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с применением актуальных методик и на основе современной элементной базы в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Имеет представление о методиках проведения расчета электронных компонентов, электротехнических устройств различного функционального назначения. ПК-2.2. Проводить расчет, проектирование и конструирование, электронных компонентов, электротехнических устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с применением актуальных методик и на основе современной элементной базы в том числе с использованием средств автоматизации проектирования. ПК-2.3. Имеет навыки разработки и оформления конструкторской и технической документации	перспективные направления в проектировании и конструировании ЭКБ; методы повышения надежности и радиационной стойкости ЭКБ; возможности методов расчета и проектирования пассивных и активных элементов ИМС;	давать предварительную оценку вариантов конструкторско-технологических решений перспективных элементов и компонентов микроэлектроники по степени их сложности, возможности технической реализации и технико-экономических показателей; использовать методики расчета влияния конструктивных и внешних факторов на параметры и характеристики компонентов ИМС; использовать возможности современных САПР для разработки и проектирования ИМС и полупроводнико-	навыками формирования технико-экономического обоснования проекта; навыками оценки влияния конструктивных факторов на характеристики компонентов ИМС и ИМС в целом; навыками разработки конструкторско-технологической документации ИМС; навыками разработки топологии полупроводниковых приборов и ИМС

			вых приборов;	
ПК-3 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства изделий электронной техники	ПК-3.1. Имеет представление о технологических процессах разработки изготовления электронной компонентной базы. ПК-3.2. Обосновывает выбор и применение технологического оборудования и оснастки для производства электронной компонентной базы. ПК-3.3. Имеет навыки разработки и оптимизации типовых и единичных технологических процессов.	основные технологические операции изготовления ИМС и полупроводниковых приборов; методы оптимизации конструктивно-технологических вариантов ЭКБ с целью снижения затрат на разработку и изготовление ИМС;	обосновать наиболее выгодный технологический вариант изготовления элементов структуры полупроводникового прибора и ИМС	Разрабатывать и оформлять краткие технологические маршруты разрабатываемых полупроводниковых приборов и ИМС.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц(ы) (180 академических часа(-ов)). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.													
	Всего	Семестр												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	
1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:	48	-	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	
1.1. Лекции, час.	16	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	
1.2. Лабораторные работы, час.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
в том числе в форме практической подготовки														
1.3. Практические занятия, час.	32	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	
в том числе в форме практической подготовки														
2. Самостоятельная работа обучающихся, час.	87	-	-	-	-	-	-	87	-	-	-	-	-	
3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:														
3.1. Экзамен, семестр	45	7												
3.2. Зачет, семестр		-												
3.3. Зачет с оценкой, семестр		-												
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр		7												
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр		-												

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	А	В	С
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр		-											
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр		-											
<b>Общая трудоемкость (5 з.е.)</b>	<b>180</b>	180											

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 1. Общие принципы проектирования ИМС и дискретных полупроводниковых приборов (ППП)</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
Тема 1. Классификация полупроводниковой ЭКБ. Порядок проектирования. Рабочие слои ИМС и дискретных ППП.	5	1	–	–	4
Тема 2. Изоляция. Обобщенные нормы проектирования. Металлизация и межсоединения.	5	1	–	–	4
<b>Раздел 2. Конструирование гибридных интегральных микросхем (ГИС, ГИМС)</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
Тема 3. Классификация гибридных ИМС. Подложки. Элементы и конструкции тонкопленочных и толстопленочных ИМС. Основные технологические операции изготовления ГИС.	7	1	–	2	4
Тема 4. Проектирование топологии гибридных ИС. Паразитные связи и помехи. Тепловой режим. Особенности конструкций СВЧ ГИС.	7	1	–	2	4
<b>Раздел 3. Проектирование полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах</b>	<b>48</b>	<b>5</b>		<b>14</b>	<b>29</b>
Тема 5. Подложки полупроводниковых интегральных микросхем. Биполярные п-р-п транзисторы в составе ИМС их разновидности. Конструирование и расчет.	10	1	–	4	5



Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 6. Биполярные р-п-р транзисторы в составе ИМС их разновидности. Интегральные диоды. Конструирование и расчет.	9	1	–	2	6
Тема 7. Пассивные элементы биполярных микросхем (резисторы, конденсаторы). Конструирование и расчет.	7	1	–	2	4
Тема 8. Соединения и контактные площадки. Методы изоляции элементов биполярных ИМС (изоляция обратносмещенным р-п-переходом, диэлектриком, комбинированные способы изоляции)	7	1	–	2	4
Тема 9. Разработка топологии биполярной ИМС. Тепловой режим.	15	1	–	4	10
<b>Раздел 4. Проектирование полупроводниковых ИМС на полевых транзисторах</b>	<b>27</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>18</b>
Тема 10. Типы полевых транзисторов и их применение в ИМС. Конструирование и расчет полевого транзистора с индуцированным каналом	9	1	–	2	6
Тема 11. Особенности проектирования мощных МДП транзисторов. Конструирование и расчет полевого транзистора со встроенным каналом.	9	1	–	2	6
Тема 12. Проектирование МДП-инвертора. Разработка топологии ИМС на МДП транзисторах.	9	1	–	2	6
<b>Раздел 5. Большие и сверхбольшие интегральные микросхемы</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
Тема 13. Общая характеристика БИС. Биполярные и МДП БИС на базовых матричных кристаллах. Программируемые логические матрицы.	36	1	–	2	6
Тема 14. Микросхемы памяти. Конструкции микросхем с функционально интегрированными элементами, особенности и направления развития.	9	1	–	2	6
<b>Раздел 6. Конструктивное оформление и защита ИМС и дискретных полупроводниковых приборов</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
Тема 15. Корпуса микросхем. Защита поверхности кристалла бескорпусных микросхем и дискретных ППП	5	1	–	–	4

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 7. Конструктивные методы повышения надежности и радиационной стойкости полупроводниковых приборов</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
Тема 16. Конструктивные методы повышения надежности ИМС. Определение надежности ИМС. Повышение надежности некоторых компонентов ИМС. Механизмы пробоя в элементах ИМС. Методы защиты ИМС от статического электричества.	6,5	0,5	–	2	4
Тема 17. Радиационные эффекты в ИМС. Методы повышения стойкости ИМС к кратковременным и долгосрочным радиационным эффектам. Сравнение радиационной стойкости ИМС.	6,5	0,5	–	2	4
<b>Итого</b>	<b>135</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>87</b>

## 5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины

Распределение формируемых компетенций по разделам дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Формирование компетенций по разделам дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-2	ПК-3	...	...	...	...	...
<b>Раздел 1. Общие принципы проектирования ИМС и дискретных полупроводниковых приборов (ППП)</b>	+	+					
Тема 1. Классификация полупроводниковой ЭКБ. Порядок проектирования. Рабочие слои ИМС и дискретных ППП.	+	+					
Тема 2. Изоляция. Обобщенные нормы проектирования. Металлизация и межсоединения.	+	+					
<b>Раздел 2. Конструирование гибридных интегральных микросхем (ГИС, ГИМС)</b>	+	+					
Тема 3. Классификация гибридных ИМС. Подложки. Элементы и конструкции тонкопленочных и толстопленочных ИМС. Основные технологические операции изготовления ГИС.	+	+					
Тема 4. Проектирование топологии гибридных ИС. Паразитные связи и помехи. Тепловой режим. Особенности конструкций СВЧ ГИС.	+	+					

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-2	ПК-3	...	...	...	...	...
<b>Раздел 3. Проектирование полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах</b>	+	+					
Тема 5. Подложки полупроводниковых интегральных микросхем. Биполярные p-n-p транзисторы в составе ИМС их разновидности. Конструирование и расчет.	+	+					
Тема 6. Биполярные p-n-p транзисторы в составе ИМС их разновидности. Интегральные диоды. Конструирование и расчет.	+	+					
Тема 7. Пассивные элементы биполярных микросхем (резисторы, конденсаторы). Конструирование и расчет.	+	+					
Тема 8. Соединения и контактные площадки. Методы изоляции элементов биполярных ИМС (изоляция обратносмещенным <i>p-n</i> -переходом, диэлектриком, комбинированные способы изоляции)	+	+					
Тема 9. Разработка топологии биполярной ИМС. Тепловой режим.	+	+					
<b>Раздел 4. Проектирование полупроводниковых ИМС на полевых транзисторах</b>	+	+					
Тема 10. Типы полевых транзисторов и их применение в ИМС. Конструирование и расчет полевого транзистора с индуцированным каналом	+	+					
Тема 11. Особенности проектирования мощных МДП транзисторов. Конструирование и расчет полевого транзистора со встроенным каналом.	+	+					
Тема 12. Проектирование МДП-инвертора. Разработка топологии ИМС на МДП транзисторах.	+	+					
<b>Раздел 5. Большие и сверхбольшие интегральные микросхемы</b>	+	+					
Тема 13. Общая характеристика БИС. Биполярные и МДП БИС на базовых матричных кристаллах. Программируемые логические матрицы.	+	+					
Тема 14. Микросхемы памяти. Конструкции микросхем с функционально интегрированными элементами, особенности и направления развития.	+	+					
<b>Раздел 6. Конструктивное оформление и защита ИМС и дискретных полупроводниковых приборов</b>	+	+					
Тема 15. Корпуса микросхем. Защита поверхности кристалла бескорпусных микросхем и дискретных ППП	+	+					
<b>Раздел 7. Конструктивные методы повышения надежности и радиационной стойкости полупроводниковых приборов</b>	+	+					
Тема 16. Конструктивные методы повышения надежности ИМС. Определение надежности ИМС. Повышение надежности некоторых компонентов ИМС. Механизмы пробоя в элементах ИМС. Методы защиты ИМС от статического электричества.	+	+					

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-2	ПК-3	...	...	...	...	...
Тема 17. Радиационные эффекты в ИМС. Методы повышения стойкости ИМС к кратковременным и долгосрочным радиационным эффектам. Сравнение радиационной стойкости ИМС.	+	+					

### 5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 1. Классификация полупроводниковой ЭКБ. Порядок проектирования. Рабочие слои ИМС и дискретных ППП.	Тема 1. Классификация полупроводниковой ЭКБ. Порядок проектирования. Рабочие слои ИМС и дискретных ППП.	1. Введение 2. Основные понятия, термины и определения 3. Классификация полупроводниковой ЭКБ 4. Порядок проектирования 5. Рабочие слои ИМС и дискретных ППП	1
Тема 2. Изоляция. Обобщенные нормы проектирования. Металлизация и межсоединения.	Тема 2. Изоляция. Обобщенные нормы проектирования. Металлизация и межсоединения.	1. Изоляция элементов ИМС: основные разновидности. 2. Обобщенные нормы проектирования 3. Металлизация и межсоединения	1
Тема 3. Классификация гибридных ИМС. Подложки. Элементы и конструкции тонкопленочных и толстопленочных ИМС. Основные технологические операции изготовления ГИС.	Тема 3. Классификация гибридных ИМС. Подложки. Элементы и конструкции тонкопленочных и толстопленочных ИМС. Основные технологические операции изготовления ГИС.	1. Классификация гибридных ИМС 2. Подложки (платы для толсто и тонкопленочных микросхем) 3. Элементы и конструкции тонкопленочных и толстопленочных ИМС (пассивные элементы, проводники и металлизация, элементы зашины, навесные компоненты) 4. Основные технологические операции изготовления ГИС (технология тонко и толстопленочных ГИС)	1
Тема 4. Проектирование топологии гибридных ИС. Паразитные связи и помехи. Тепловой режим. Особенности конструкций СВЧ ГИС.	Тема 4. Проектирование топологии гибридных ИС. Паразитные связи и помехи. Тепловой режим. Особенности конструкций СВЧ ГИС.	1. Проектирование топологии ГИС 2. Паразитные связи и помехи 3. Тепловой режим 4. Особенности конструкций СВЧ ГИС	1
Тема 5. Подложки полупроводниковых интегральных микросхем. Биполярные п-р-п транзисторы в составе ИМС их разновидности. Конструирование и расчет.	Тема 5. Подложки полупроводниковых интегральных микросхем. Биполярные п-р-п транзисторы в составе ИМС их разновидности. Конструирование и расчет.	1. Интегральные микросхемы на биполярных транзисторах (Введение) 2. Подложки полупроводниковых интегральных микросхем 3. Биполярные п-р-п транзисторы в составе ИМС их разно-	1

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		видности, конструирование и расчет	
Тема 6. Биполярные р-п-р транзисторы в составе ИМС их разновидности. Интегральные диоды. Конструирование и расчет.	Тема 6. Биполярные р-п-р транзисторы в составе ИМС их разновидности. Интегральные диоды. Конструирование и расчет.	1. Биполярные р-п-р транзисторы в составе ИМС их разновидности 2. Интегральные диоды 3. Транзисторы и диоды с барьером Шоттки	1
Тема 7. Пассивные элементы биполярных микросхем (резисторы, конденсаторы). Конструирование и расчет.	Тема 7. Пассивные элементы биполярных микросхем (резисторы, конденсаторы). Конструирование и расчет.	1. Полупроводниковые интегральные резисторы (диффузионные, ионно-имплантированные, пинч), выполненные в разных слоях структуры их характеристики, расчет и конструирование 2. Полупроводниковые интегральные конденсаторы (диффузионные, МОП) их характеристики, расчет и конструирование	1
Тема 8. Соединения и контактные площадки. Методы изоляции элементов биполярных ИМС (изоляция обратносмещенным р-п-переходом, диэлектриком, комбинированные способы изоляции)	Тема 8. Соединения и контактные площадки. Методы изоляции элементов биполярных ИМС (изоляция обратносмещенным р-п-переходом, диэлектриком, комбинированные способы изоляции)	1. Контактные площадки для подключения питания и тестирования 2. Изоляция обратносмещенным р-п-переходом 3. Изоляция диэлектриком 4. Комбинированные способы изоляции	1
Тема 9. Разработка топологии биполярной ИМС. Тепловой режим.	Тема 9. Разработка топологии биполярной ИМС. Тепловой режим.	1. Разработка топологии ИМС 2. Разработка конструкторской документации на ИМС 3. Тепловой режим полупроводниковой ИМС	1
Тема 10. Типы полевых транзисторов и их применение в ИМС. Конструирование и расчет полевого транзистора с индуцированным каналом	Тема 10. Типы полевых транзисторов и их применение в ИМС. Конструирование и расчет полевого транзистора с индуцированным каналом	1. Краткая характеристика полевых транзисторов 2. Полевые транзисторы в составе ИМС 3. Конструирование и расчет полевого транзистора с индуцированным каналом	1
Тема 11. Особенности проектирования мощных МДП транзисторов. Конструирование и расчет полевого транзистора со встроенным каналом.	Тема 11. Особенности проектирования мощных МДП транзисторов. Конструирование и расчет полевого транзистора со встроенным каналом.	1. Мощные МДП транзисторы (D-MOSFET, U-MOSFET, LDMOS, SC-MOS) на Si и SiC 2. Конструирование и расчет полевого транзистора со встроенным каналом	1
Тема 12. Проектирование МДП-инвертора. Разработка топологии ИМС на МДП транзисторах.	Тема 12. Проектирование МДП-инвертора. Разработка топологии ИМС на МДП транзисторах.	1. Проектирование КМОП (КМДП) инвертора 2. Разработка топологии ИМС на МДП транзисторах	1
Тема 13. Общая характеристика БИС. Биполярные и МДП БИС на базовых матричных кристаллах. Программируемые логические матрицы.	Тема 13. Общая характеристика БИС. Биполярные и МДП БИС на базовых матричных кристаллах. Программируемые логические матрицы.	1. Особенности конструирования БИС и СБИС 2. Особенности структуры элементов и функционально-интегрированные элементы БИС 3. Биполярные и МДП БИС на базовых матричных кристаллах. 4. Программируемые логические матрицы	1

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		5. Задачи машинного конструирования БИС и СБИС	
Тема 14. Микросхемы памяти. Конструкции микросхем с функционально интегрированными элементами, особенности и направления развития.	Тема 14. Микросхемы памяти. Конструкции микросхем с функционально интегрированными элементами, особенности и направления развития.	1. Микросхемы памяти. 2. Конструкции микросхем с функционально интегрированными элементами, особенности и направления развития.	1
Тема 15. Корпуса микросхем. Защита поверхности кристалла бескорпусных микросхем и дискретных ППП	Тема 15. Корпуса микросхем. Защита поверхности кристалла бескорпусных микросхем и дискретных ППП	1. Корпуса микросхем. 2. Защита поверхности кристалла бескорпусных микросхем и дискретных ППП.	1
Тема 16. Конструктивные методы повышения надежности ИМС. Определение надежности ИМС. Повышение надежности некоторых компонентов ИМС. Механизмы пробоя в элементах ИМС. Методы защиты ИМС от статического электричества.	Тема 16. Конструктивные методы повышения надежности ИМС. Определение надежности ИМС. Повышение надежности некоторых компонентов ИМС. Механизмы пробоя в элементах ИМС. Методы защиты ИМС от статического электричества.	1. Определение надежности ИМС 2. Повышение надежности некоторых компонентов ИМС 3. Механизмы пробоя в элементах ИМС 4. Методы защиты ИМС от статического электричества	0,5
Тема 17. Радиационные эффекты в ИМС. Методы повышения стойкости ИМС к кратковременным и долгосрочным радиационным эффектам. Сравнение радиационной стойкости ИМС.	Тема 17. Радиационные эффекты в ИМС. Методы повышения стойкости ИМС к кратковременным и долгосрочным радиационным эффектам. Сравнение радиационной стойкости ИМС.	1. Радиационные эффекты в ИМС 2. Методы повышения стойкости ИМС к кратковременным и долгосрочным радиационным эффектам 3. Сравнение радиационной стойкости ИМС	0,5
<b>Итого</b>			<b>16</b>

#### 5.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены учебным планом образовательной программы (таблица 6).

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
<b>Итого</b>		

#### 5.5. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Тематика и содержание практических занятий

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
------------------------------	----------------------------	----------------------------------	--------------------

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Тема 3. Классификация гибридных ИМС. Подложки. Элементы и конструкции тонкопленочных и толстопленочных ИМС. Основные технологические операции изготовления ГИС.	Расчет тонко- и толстопленочных резисторов и конденсаторов.	Расчет тонко- и толстопленочных резисторов и конденсаторов.	2
Тема 4. Проектирование топологии гибридных ИС. Паразитные связи и помехи. Тепловой режим. Особенности конструкций СВЧ ГИС.	Расчет тонко- и толстопленочных индуктивностей. Проектирование RC-структур и топологии ГИС.	Расчет тонко- и толстопленочных индуктивностей. Проектирование RC-структур и топологии ГИС.	2
Тема 5. Подложки полупроводниковых интегральных микросхем. Биполярные $p-n$ транзисторы в составе ИМС их разновидности. Конструирование и расчет.	Проектирование и расчет биполярного транзистора	Проектирование и расчет биполярного транзистора	4
Тема 6. Биполярные $p-n$ транзисторы в составе ИМС их разновидности. Интегральные диоды. Конструирование и расчет.	Проектирование и расчет биполярного транзистора	Проектирование и расчет биполярного транзистора	2
Тема 7. Пассивные элементы биполярных микросхем (резисторы, конденсаторы). Конструирование и расчет.	Проектирование и расчет пассивных элементов биполярных ИМС (резисторы, конденсаторы)	Проектирование и расчет пассивных элементов биполярных ИМС (резисторы, конденсаторы)	2
Тема 8. Соединения и контактные площадки. Методы изоляции элементов биполярных ИМС (изоляция обратносмещенным $p-n$ -переходом, диэлектриком, комбинированные способы изоляции)	Проектирование и расчет пассивных элементов биполярных ИМС (изоляция)	Проектирование и расчет пассивных элементов биполярных ИМС (изоляция)	2
Тема 9. Разработка топологии биполярной ИМС. Тепловой режим.	Проектирование топологии биполярной ИМС	Проектирование топологии биполярной ИМС	4
Тема 10. Типы полевых транзисторов и их применение в ИМС. Конструирование и расчет полевого транзистора с индуцированным каналом	Проектирование и расчет МДП-вариакпа и МДП транзистора с индуцированным каналом.	Проектирование и расчет МДП-вариакпа и МДП транзистора с индуцированным каналом.	2
Тема 11. Особенности проектирования мощных МДП транзисторов. Конструирование и расчет полевого транзистора со встроенным каналом.	Проектирование и расчет основных параметров МДП транзистора со встроенным каналом.	Проектирование и расчет основных параметров МДП транзистора со встроенным каналом.	2
Тема 12. Проектирование МДП-инвертора. Разработка топологии ИМС на МДП транзисторах.	Проектирование топологии типовых структур МДП-микросхем	Проектирование топологии типовых структур МДП-микросхем	2
Тема 13. Общая характеристика БИС. Биполярные и МДП БИС на базовых матричных кристаллах. Программируемые логические	Изучение работы микросхем памяти статического типа	Изучение работы микросхем памяти статического типа	2

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
матрицы.			
Тема 14. Микросхемы памяти. Конструкции микросхем с функционально интегрированными элементами, особенности и направления развития.	Изучение работы микросхем памяти динамического типа	Изучение работы микросхем памяти динамического типа	2
Тема 16. Конструктивные методы повышения надежности ИМС. Определение надежности ИМС. Повышение надежности некоторых компонентов ИМС. Механизмы пробоя в элементах ИМС. Методы защиты ИМС от статического электричества.	Изучение методов повышения радиационной стойкости элементов ИМС	Изучение методов повышения радиационной стойкости элементов ИМС	2
Тема 17. Радиационные эффекты в ИМС. Методы повышения стойкости ИМС к кратковременным и длительным радиационным эффектам. Сравнение радиационной стойкости ИМС.	Изучение методов повышения радиационной стойкости элементов ИМС	Изучение методов повышения радиационной стойкости элементов ИМС	2
<b>Итого</b>			<b>32</b>

## 5.6. Самостоятельная работа обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Тема 1. Классификация полупроводниковой ЭКБ. Порядок проектирования. Рабочие слои ИМС и дискретных ППП.	1. Развитие САПР для проектирования полупроводниковых приборов и ИМС
Тема 2. Изоляция. Обобщенные нормы проектирования. Металлизация и межсоединения.	1. Изоляция кристалла от внешних воздействий окружающей среды 2. Нормы проектирования для предприятий, выпускающих ЭКБ для силовой электроники и информационной
Тема 3. Классификация гибридных ИМС. Подложки. Элементы и конструкции тонкопленочных и толстопленочных ИМС. Основные технологические операции изготовления ГИС.	1. Технология изготовления пленочных элементов гибридных микросхем для толстопленочных микросхем
Тема 4. Проектирование топологии гибридных ИС. Паразитные связи и помехи. Тепловой режим. Особенности конструкций СВЧ ГИС.	1. Технология изготовления пленочных элементов гибридных микросхем для ГИС СВЧ применения
Тема 5. Подложки полупроводниковых интегральных микросхем. Биполярные п-р-п транзисторы в составе ИМС их разновидности. Конструирование и расчет.	1. Марки подложек для силовых приборов и интегральных микросхем 2. Производители подложек



Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Тема 6. Биполярные p-n-p транзисторы в составе ИМС их разновидности. Интегральные диоды. Конструирование и расчет.	1. Биполярные транзисторы на основе SiC
Тема 7. Пассивные элементы биполярных микросхем (резисторы, конденсаторы). Конструирование и расчет.	1. Варианты получения пассивных элементов большого номинала
Тема 8. Соединения и контактные площадки. Методы изоляции элементов биполярных ИМС (изоляция обратносмещенным p-n-переходом, диэлектриком, комбинированные способы изоляции)	1. Определение необходимых размеров контактных площадок
Тема 9. Разработка топологии биполярной ИМС. Тепловой режим.	1. Методы восстановления электрической схемы по топологии
Тема 10. Типы полевых транзисторов и их применение в ИМС. Конструирование и расчет полевого транзистора с индуцированным каналом	1. Материалы подзатворного диэлектрика для МОП транзисторов и их влияние на характеристики приборов
Тема 11. Особенности проектирования мощных МДП транзисторов. Конструирование и расчет полевого транзистора со встроенным каналом.	1. Достоинства и недостатки мощных транзисторов различных конструктивно-технологических решений.
Тема 12. Проектирование МДП-инвертора. Разработка топологии ИМС на МДП транзисторах.	1. БиКДМОП инвертор
Тема 13. Общая характеристика БИС. Биполярные и МДП БИС на базовых матричных кристаллах. Программируемые логические матрицы.	1. Примеры БИС, используемых в устройствах электроники
Тема 14. Микросхемы памяти. Конструкции микросхем с функционально интегрированными элементами, особенности и направления развития.	1. Микросхемы памяти для персональных ПК их разновидности и особенности
Тема 15. Корпуса микросхем. Защита поверхности кристалла бескорпусных микросхем и дискретных ППП	1. Типы корпусов для дискретных и полупроводниковых приборов (ГОСТ)
Тема 16. Конструктивные методы повышения надежности ИМС. Определение надежности ИМС. Повышение надежности некоторых компонентов ИМС. Механизмы пробоя в элементах ИМС. Методы защиты ИМС от статического электричества.	1. Основные определения теории надежности.
Тема 17. Радиационные эффекты в ИМС. Методы повышения стойкости ИМС к кратковременным и долговременным радиационным эффектам. Сравнение радиационной стойкости ИМС.	1. Материалы для изготовления приборов с повышенной радиационной стойкостью

В процессе самостоятельной работы обучающиеся должны принимать решение по рассматриваемой проблеме с минимальным участием педагогического работника. Для решения поставленных задач может использоваться дополнительная литература и источники в информационно-коммуникационной сети «Интернет». Для закрепления пройденного материала педагогическим работником могут выдаваться домашние задания.

В таблице 9 указаны виды самостоятельной работы, выполняемые обучающимися при изучении соответствующих тем дисциплины.

Таблица 9 – Виды самостоятельной работы

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
Тема 1. Классификация полупроводниковой ЭКБ. Порядок проектирования. Рабочие слои ИМС и дискретных ППП.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 2. Изоляция. Обобщенные нормы проектирования. Металлизация и межсоединения.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 3. Классификация гибридных ИМС. Подложки. Элементы и конструкции тонкопленочных и толстопленочных ИМС. Основные технологические операции изготовления ГИС.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 4. Проектирование топологии гибридных ИС. Паразитные связи и помехи. Тепловой режим. Особенности конструкций СВЧ ГИС.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 5. Подложки полупроводниковых интегральных микросхем. Биполярные $p$ - $n$ транзисторы в составе ИМС их разновидности. Конструирование и расчет.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 6. Биполярные $p$ - $n$ транзисторы в составе ИМС их разновидности. Интегральные диоды. Конструирование и расчет.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 7. Пассивные элементы биполярных микросхем (резисторы, конденсаторы). Конструирование и расчет.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 8. Соединения и контактные площадки. Методы изоляции элементов биполярных ИМС (изоляция обратносмещенным $p$ - $n$ -переходом, диэлектриком, комбинированные способы изоляции)	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 9. Разработка топологии биполярной ИМС. Тепловой режим.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 10. Типы полевых транзисторов и их применение в ИМС. Конструирование и расчет полевого транзистора с индуцированным каналом	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 11. Особенности проектирования мощных МДП транзисторов. Конструирование и расчет полевого транзистора со встроенным каналом.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 12. Проектирование МДП-инвертора. Разработка топологии ИМС на МДП транзисторах.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 13. Общая характеристика БИС. Бипо-	Проработка лекционного материала

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
лярные и МДП БИС на базовых матричных кристаллах. Программируемые логические матрицы.	Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 14. Микросхемы памяти. Конструкции микросхем с функционально интегрированными элементами, особенности и направления развития.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 15. Корпуса микросхем. Защита поверхности кристалла бескорпусных микросхем и дискретных ППП	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 16. Конструктивные методы повышения надежности ИМС. Определение надежности ИМС. Повышение надежности некоторых компонентов ИМС. Механизмы пробоя в элементах ИМС. Методы защиты ИМС от статического электричества.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 17. Радиационные эффекты в ИМС. Методы повышения стойкости ИМС к кратковременным и долговременным радиационным эффектам. Сравнение радиационной стойкости ИМС.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение курсового проекта Самостоятельное изучение вопросов темы

Учебным планом в рамках дисциплины предусмотрено выполнение курсового проекта.

Выполнение курсового проекта осуществляется в соответствии с методическими указаниями, содержащимися в соответствующем разделе электронного курса «Основы проектирования электронной компонентной базы» информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>).

### 5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Формы контрольно-оценочных мероприятий, проводимых в рамках текущего контроля успеваемости, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
Практические занятия	Устный экспресс-опрос, экспресс-тестирование.	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	- устная (устный опрос, защита письменной работы, доклада по результатам самостоятельной работы, рефератов и т.д.); - письменная (письменный опрос, выполнение конспектов, глоссариев, курсового проекта и т.д.); - тестовая (бланочное или компьютерное тестирование)	В течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме экзамена, проводимого в устной / письменной форме. Аттестационное испытание может включать в себя прохождение теста с использованием технологии компьютерного тестирования. Для уточнения оценки экзаменатор может проводить короткий опрос-собеседование с обучающимся и (или) выдавать ему дополнительные задания.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: личностно-ориентированные, активизации деятельности обучающихся, интеллектуальной направленности, проблемного обучения, диалоговые и профессионально-ориентированные (таблица 11).

Таблица 11 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Применяемые образовательные технологии</b>
Лекции	Проблемная лекция. Лекция-визуализация. Лекция-беседа. Лекция-дискуссия.
Практические занятия	Решение практических задач.
Самостоятельная работа обучающихся	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Выполнение практического задания. Выполнение курсового проекта Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям. Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта. Подготовка к экзамену
Консультации	Концентрация внимания на отдельных вопросах. Личностно-ориентированный подход. Диалог.
Промежуточная аттестация обучающихся	экзамен (в устной или письменной форме).

## **7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;

- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- методические указания для выполнения курсового проекта;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ – «Основы проектирования электронной компонентной базы – автор Малаханов А.А. для обучающихся по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника», форма обучения – очная.

Электронный курс предназначен для обеспечения обучающихся всеми необходимыми учебно-методическими материалами, а также проведения контрольно-оценочных мероприятий в процессе обучения. При необходимости осуществляется файловый обмен отчетами о выполнении обучающимися самостоятельной работы.

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

### **8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

В учебно-методическое обеспечение включены методические указания для выполнения курсового проекта, практических занятий.

Методические указания разработаны в соответствии с тематикой дисциплины и учебным планом.

### **8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная литература***

1. Попов, В. Д. Физические основы проектирования кремниевых цифровых интегральных микросхем в монолитном и гибридном исполнении : учебное пособие / В. Д. Попов, Г. Ф. Белова. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 208 с. – ISBN 978-5-8114-1375-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211199>

2. Белоус, А. И. Основы проектирования субмикронных микросхем : монография / А. И. Белоус, Г. Я. Красников, В. А. Солодуха. – Москва : Техносфера, 2020. – 782 с. – ISBN 978-5-94836-603-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/181223>

3. Федорец, В. Н. Технологии защиты микросхем от обратного проектирования в контексте информационной безопасности / В. Н. Федорец, Е. Н. Белов, С. В. Балыбин. – Москва : Техносфера, 2019. – 216 с. – ISBN 978-5-94836-562-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140550>

#### ***б) дополнительная литература***

1. Поляков, В.И. Проектирование гибридных тонкопленочных интегральных микросхем. Учебное пособие по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Поляков, Э.В. Стародубцев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. – 80 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/40713>. – Загл. с экрана.

2. Синельников, М.С. Проектирование и технология электронной компонентной базы: лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.С. Синельников, В.Н. Леухин. – Электрон. дан. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2015. – 72 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90185>. – Загл. с экрана.

3. Полузаказные БИС на БМК серий 5503 и 5507 : учебное пособие : в 4 книгах / Ю. А. Степченков, А. Н. Денисов, Ю. Г. Дьяченко [и др.] ; под редакцией А. Н. Саурова. – Москва : Техносфера, [б. г.]. – Книга 4 – 2017. – 376 с. – ISBN 978-5-94836-441-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/110952>

4. Введение в системы автоматизированного проектирования интегральных микросхем : учебно-методическое пособие / составители А. В. Тучин [и др.]. – Воронеж: ВГУ, 2018 – Часть 2 – 2018. – 38 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/171182>

5. Коледов, Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 400 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/192>. – Загл. с экрана.

#### ***б) справочная литература***

1. Матсон, Э.А. Справочное пособие по конструированию микросхем / Э.А. Матсон, Д.В. Крыжановский. – Мн.: Высшейш. шк., 1982.

2. Конструирование и технология микросхем. Курсовое проектирование: учеб. пособие для вузов / Л.А. Коледов, В.А. Волков, И.Н. Докучаев [и др.]; под ред. Коледова Л.А. – М.: Высш. шк., 1984.

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины**

- 1). Сайт научной библиотеки БГТУ (<https://libri.tu-bryansk.ru>)
- 2). Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
- 3). Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
- 4). Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).

- 5). Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
- 6). Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

#### **8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем**

- 1). Операционная система класса Microsoft Windows.
- 2). Пакет офисных прикладных программ OpenOffice или Microsoft Office.
- 3). Система автоматизированного проектирования «Cadence Orcad»\*.  
\* *Примечание: для выполнения работ по схемотехническому моделированию работ структур ИМС и выполнению курсового проекта достаточно использовать ознакомительные (демонстрационные) версии OrCad*
- 4). Система инженерных расчетов SciLab (свободно распространяемое ПО)
- 5). Пакет программ KLayout – свободно распространяемое ПО для проектирования топологии ИМС.
- 6). Пакет программ Cadence – специализированное ПО для проектирования топологии ИМС.

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных занятий и организации защиты курсовых работ, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- компьютерный класс для проведения лабораторных работ с установленным комплектом программного обеспечения и доступом в информационно-коммуникационную сеть интернет, оборудованный мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном;
- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций, зачета, зачета с оценкой, экзамена;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы обучающихся.

### **10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;

- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);

- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;

- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;

- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);

- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учеб-



ные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 11.1. Методические материалы для педагогических работников

Основными формами организации обучения по дисциплине являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа обучающихся.

**Организация теоретического обучения** предполагает использование инновационных технологий проведения занятий лекционного типа, к которым, в частности, относятся: проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-исследование.

1. *Проблемная лекция* предполагает преимущественно всесторонний анализ исторических и социокультурных, образовательных явлений, научный поиск истины. Проблемная лекция опирается на логику последовательно моделируемых проблемных ситуаций путем постановки проблемных вопросов или предъявления проблемных задач.

2. *Лекция-визуализация* реализует принцип наглядности и учит обучающихся преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

3. *Лекция-беседа* является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения обучающихся в учебный процесс. Такая лекция предполагает непосредственный контакт (диалог) педагогического работника с аудиторией.

4. *Лекция-дискуссия*, в которой в отличие от лекции-беседы педагогический работник при изложении лекционного материала не только использует ответы обучающихся на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами.

**Организация практических занятий по дисциплине** направлена на углубление научно-теоретических знаний обучающихся, формирование практических умений и овладение определенными методами самостоятельной работы.

Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях.

Задачи практических занятий:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить обучающихся приемам решения задач из предметной области дисциплины;
- способствовать овладению навыками и умениями, входящих в структуру формируемых компетенций в результате освоения дисциплины;

- научить их работать с информацией, книгой, пользоваться справочной и научной и методической литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Содержание практических работ составляют:

- устные экспресс-опросы;
- групповые дискуссии;
- выполнение практических заданий;
- письменное или компьютерное экспресс-тестирование и др.

Цели практических занятий наилучшим образом достигаются в том случае, если студент предварительно проработал тематику практического занятия. Поэтому преподаватель должен информировать студентов о теме следующего практического занятия, чтобы они могли целенаправленно самостоятельно заниматься в домашних условиях.

**Самостоятельная работа обучающихся** предполагает аудиторную и внеаудиторную формы организации.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия педагогического работника являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к занятиям; составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний и т.п.; текущий самоконтроль, выполнение курсового проекта.

Выполнение курсового проекта по дисциплине предусматривает информирование студентов о ее целях, структуре, выдачу методических указаний и задания, разъяснения по выбору варианта, ознакомление с порядком и сроками сдачи готовых материалов, проведение индивидуальных консультаций и разъяснение отдельных вопросов при необходимости.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием педагогического работника являются: текущие консультации, прием и разбор домашних заданий и др.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, консультации преподавателя и др.

## 11.2. Методические материалы для обучающихся

Обучающимся, изучающим дисциплину, необходимо знать требования, предъявляемые к их различным видам учебных занятий, в том числе лекционным, практическим, индивидуальным и др. (таблица 12).

Таблица 12 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Изучение дисциплины следует начинать с прослушивания и конспектирования лекций, перечитывать конспект перед вы-

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
	<p>полнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии. Над конспектами лекций надо работать систематически: первый просмотр рекомендуется сделать вечером того же дня, когда была прочитана лекция, затем просмотреть через 3-4 дня, и сделать это еще раз накануне практического занятия.</p>
Практические занятия	<p>Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.</p>
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	<p>Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений</p>
Выполнение курсового проекта	<p>При выполнении курсового проекта, обучающемуся следует придерживаться методических указаний. Предусмотрен следующий алгоритма действий: выбор темы курсового проекта, подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для написания теоретического раздела/решения практических задач, проведение расчетов по исходным данным и анализ полученных значений, формулирование выводов по полученным результатам. Выполненная работа передается преподавателю на проверку. При необходимости осуществляется доработка отдельных частей работы с учетом требований и замечаний преподавателя.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.</p>

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
ПК-2.1. ПК-2.2. ПК-2.3.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-17). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-17). 3. Курсовой проект.	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине Вопросы к защите курсового проекта представлены в ФОС по дисциплине
ПК-3.1. ПК-3.2. ПК-3.3.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-17). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-17). 3. Курсовой проект.	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине Вопросы к защите курсового проекта представлены в ФОС по дисциплине

## 12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости

Оценивание отдельных видов работ в процессе изучения дисциплины рекомендуется осуществлять с использованием следующей шкалы:

– обучающийся ответил правильно на более, чем 90 % заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и успешно защитил практические работы, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 75-89% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы с незначительными замечаниями, показал хорошее владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «хорошо» (средний уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 60-74% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы со значительными замечаниями, показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на менее, чем 60% заданных вопросов или вопросов-тестов, не выполнил все или выполнил часть практических работ, не защитил или защитил их со значительными замечаниями, при выполнении задания обучающийся не продемонстрировал уровень самостоятельного владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут).

Критерии и шкала оценки доклада (реферата), его презентации по дисциплине представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Критерии и шкала оценки доклада (реферата), его презентации по дисциплине

Оценка	Оцениваемые параметры
«отлично»	Теоретический вопрос раскрыт полностью без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. На защите ответ обучающегося полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«хорошо»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточно высоком уровне без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. Имеются незначительные недочеты в определении единиц измерения, точности вычислений и т.п. На защите ответ обучающегося в целом полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«удовлетворительно»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточном уровне, без существенных смысловых и логических ошибок. Задание решено верно, но имеются значительные недочеты в его решении, связанные с неполнотой ответа, с правильным исчислением одних данных и неверным – других и пр. На защите ответ неполный. Обучающийся способен четко изложить решение задания, но допускает неточности в формулировке собственных выводов и анализе основных показателей. В неполном объеме представлен графический материал.
«неудовлетворительно»	Теоретический вопрос не раскрыт или раскрыт не полностью при наличии разного рода неточностей и ошибок. Задание решено со значительными недочетами, с неполными ответами, с неправильным исчислением данных. На защите ответ обучающегося неполный. Обучающийся не способен четко изложить решение задания, допускает неточности в формулировке собственных выводов, не способен проанализировать основные показатели. Графический материал не представлен или представлен не в полном объеме.

В процесс преподавания дисциплины педагогическим работником формируется оценка, характеризующая текущую успеваемость обучающегося.

### 12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

При проведении промежуточной аттестации обучающихся в форме экзамена используется шкала оценивания, представленная в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий (зачтено /	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практиче-

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
«отлично»)	ский материал, уверенно это демонстрирует в ходе промежуточной аттестации. Исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Повышенный (зачтено / «хорошо»)	Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Базовый (зачтено / «удовлетворительно»)	Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.
Низкий (не зачтено / «неудовлетворительно»)	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при выполнении и защите курсового проекта оценивается по пятибалльной системе. Шкала оценивания представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Шкала оценивания, применяемая при выполнении и защите курсового проекта для технических дисциплин

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
«отлично»	<b>а) Содержание работы:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа полностью соответствует теме исследования;</li> <li>– грамотно обоснована актуальность работы;</li> <li>– обучающийся показывает глубокую общетеоретическую подготовку;</li> <li>– обучающийся корректно использует терминологический аппарат;</li> <li>– в работе используются актуальные источники, нормативные документы, законодательные акты;</li> <li>– обучающийся демонстрирует умение работать с различными ви-</li> </ul>

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	<p>дами источников информации, в том числе с данными, полученными экспериментальным путем и с электронными библиотечными системами вуза;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся проявляет умение обобщать, систематизировать и научно классифицировать материал;</li> <li>– исследование завершается научно-значимыми выводами и/или практическими рекомендациями.</li> </ul> <p><b>б) Владение навыками научного исследования:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся владеет методологическими подходами к изучению предмета исследования и конкретными методиками;</li> <li>– обучающийся умеет грамотно составить программу исследования (определить научную проблему, объект, предмет, цели, задачи, подобрать методы исследования), обосновать научную новизну и/или практическую значимость данного исследования;</li> <li>– обучающийся умеет делать аргументированные выводы, соответствующие поставленным целям и задачам;</li> <li>– обучающийся умеет предложить варианты использования результатов исследования в профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>в) Оформление курсового проекта (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа оформлена в соответствии с локальными актами.</li> </ul> <p><b>г) Защита курсового проекта (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся в устном выступлении на защите адекватно представляет результаты исследования;</li> <li>– обучающийся аргументированно отвечает на вопросы и ведет научную дискуссию;</li> <li>– обучающийся владеет научным стилем изложения;</li> <li>– обучающийся владеет понятийным аппаратом.</li> </ul>
«хорошо»	<p><b>а) Содержание работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– полностью соответствует теме исследования;</li> <li>– актуальность работы обоснована недостаточно аргументированно;</li> <li>– обучающийся показывает достаточную общетеоретическую подготовку, допуская погрешности в использовании терминологического аппарата;</li> <li>– обзор теоретических и практических наработок по проблеме имеет описательный, а не аналитический характер;</li> <li>– источниковая база исследования недостаточно широкая;</li> <li>– обучающийся демонстрирует умение работать с различными видами источников, в том числе с данными, полученными экспериментальным путем;</li> <li>– обучающийся проявляет способности обобщать, систематизировать и научно классифицировать материал;</li> <li>– в работе отсутствуют научно-значимые выводы и/или практические результаты.</li> </ul> <p><b>б) Владение навыками научного исследования:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не обоснована научная новизна и практическая значимость данного исследования;</li> <li>– присутствуют отдельные недочеты в программе исследования (недостаточно аргументированно определена научная проблема,</li> </ul>

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	<p>неверно сформулированы объект, предмет, цели, задачи, методы исследования подобраны не вполне корректно);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выводы исследования недостаточно аргументированны, не соответствуют поставленным целям и задачам.</li> </ul> <p><b>в) Оформление курсового проекта (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа оформлена в соответствии с локальными актами.</li> </ul> <p><b>г) Защита курсового проекта (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся в устном выступлении на защите адекватно представляет результаты исследования;</li> <li>– обучающийся владеет научным стилем изложения;</li> <li>– обучающийся владеет понятийным аппаратом;</li> <li>– обучающийся во время защиты не смог ответить на ряд вопросов по предмету исследования.</li> </ul>
«удовлетворительно»	<p><b>а) Содержание работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– частично соответствует теме исследования;</li> <li>– не обоснована актуальность работы;</li> <li>– обучающийся обнаружил удовлетворительные знания по предмету;</li> <li>– в работе отсутствует обзор теоретических и практических работ по проблеме;</li> <li>– источниковая база исследования недостаточно широка, обучающийся использует лишь данные научной литературы;</li> <li>– обучающийся не сумел продемонстрировать умение работать с различными видами источников;</li> <li>– в работе отсутствуют научно-значимые выводы или практические результаты.</li> </ul> <p><b>б) Оформление курсового проекта (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа оформлена в соответствии с локальными актами.</li> </ul> <p><b>в) Защита курсового проекта (проекта):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в устном выступлении на защите обучающийся не может адекватно представить результаты исследования;</li> <li>– обучающийся отстает от научного стиля изложения;</li> <li>– обучающийся затрудняется в аргументации, отвечая на вопросы по теме работы.</li> </ul>
«неудовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– имеются принципиальные замечания по пяти и более параметрам курсового проекта (проекта);</li> <li>– обучающийся допустил грубые теоретические ошибки, не владеет навыками исследования.</li> </ul>

## 12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине определяется с учетом результатов промежуточной аттестации обучающегося (экзамена) и оценок, полученных обучающимся в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.

## 12.5. Характеристика результатов обучения

Характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведены в таблице 17.



Таблица 17 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

Оценка	Характеристика результатов обучения
«Отлично» (высокий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
«Хорошо» (повышенный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
«Удовлетворительно» (базовый уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
«Неудовлетворительно» (низкий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий

## 12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся представлены в электронном курсе «Основы проектирования электронной компонентной базы», размещенном в системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования (edu.tu-bryansk.ru), входящей в состав электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>) и «Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы проектирования электронной компонентной базы».

## 13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» воспитание - «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направ-

ленна на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т.п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, самостоятельно мыслить, стремление к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения.