



**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**

**«Методы и оборудование диагностики и контроля параметров  
полупроводниковых приборов»**

*(наименование дисциплины)*

**11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

*(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  
«Методы и оборудование диагностики и контроля параметров  
полупроводниковых приборов»

(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)

« 09» апреля 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.....	9
5.3. Лекции .....	10
5.4. Лабораторные работы .....	12
5.5. Практические занятия .....	12
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	13
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	16
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	16
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	17
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	18
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	18
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	18
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	18
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	19
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	19

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	21
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	21
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	23
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	24
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины.....	24
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	25
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	26
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	27
12.5. Характеристика результатов обучения .....	27
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	28
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	28

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Методы и оборудование диагностики и контроля параметров полупроводниковых приборов» (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 – специальная подготовка студентов в области контроля качества при разработке и массовом производстве полупроводниковых приборов и интегральных микросхем, ознакомление их с современными методами и оборудованием автоматического контроля электрических и иных параметров.

**Задачи** дисциплины:

- освоение теоретических основ и методов автоматического контроля электрических параметров полупроводниковых приборов и интегральных микросхем различных типов,
- изучение принципов составления программ контроля электрических параметров наиболее распространенных классов полупроводниковых приборов и интегральных микросхем,
- получение представления о структуре и функциональном составе автоматизированных систем контроля электрических и иных параметров полупроводниковых приборов, номенклатуре отечественного и зарубежного контрольно-испытательного оборудования.

### 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 8 семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины: *«Схемотехника аналоговых электронных устройств»*, *«Цифровая электроника»*, *«Компьютерное моделирование электронных схем»*, *«Силовая электроника»*, *«Основы микросистемной техники»*, *«Методы исследования структур электроники»*, *«Методы исследования материалов электроники»*.

Параллельно изучаются дисциплины: *«Технология производства микроэлектромеханических систем»*, *«Автоматизация микroeлектронного производства»*.

Базируются на изучении дисциплины: *«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, 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	<p>ПК-2.1. Имеет представление о методиках проведения расчета, электронных компонентов, электронных и электротехнических устройств различного функционального назначения.</p> <p>ПК-2.2. Проводить 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.</p> <p>ПК-2.3. Имеет навыки разработки и оформления конструкторской и технической документации</p>	<p>нормативные документы, определяющие требования и методы по диагностике и испытаниям полупроводниковых приборов и интегральных микросхем; номенклатуру отечественного и зарубежного контрольно-испытательного оборудования, применяемого при разработке и производстве полупроводниковых приборов и интегральных микросхем; основные методы автоматического контроля электрических параметров полупроводниковых</p>	<p>составлять программу контроля электрических параметров на более распространенных классов полупроводниковых приборов и интегральных схем; формировать требования к основным параметрам контрольно-испытательного оборудования</p>	<p>навыками формирования алгоритмов диагностики и испытаний полупроводниковых приборов и схем, согласно методикам, приведенных в нормативной документации; навыками информационного обеспечения процесса контроля параметров полупроводниковых изделий; навыками выбора и расчета рационального варианта технической реализации отдельных функциональных устройств системы контроля; навыками оценки качества измерений и контроля.</p>

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц(ы) (144 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

[illegible]

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
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр		-											
<b>Общая трудоемкость (4 з.е.)</b>	<b>144</b>	144											

## 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. Современные требования к системе качества при разработке изделий микроэлектроники. Виды, методы и средства контроля.</b>	<b>8</b>	<b>2</b>			<b>6</b>
Тема 1. Программа и содержание дисциплины.	3	1			2
Тема 2. Современные требования к системе контроля качества при разработке и массовом производстве изделий микроэлектроники. Виды и средства контроля.	5	1			4
<b>Раздел 2. Режимы диагностирования и контроля электрических параметров</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
Тема 3. Режимы диагностирования и контроля электрических параметров	13	1	6	2	4
<b>Раздел 3. Метрологическое обеспечение процесса контроля электрических параметров</b>	<b>7</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>4</b>
Тема 4. Метрологическое обеспечение процесса контроля: организационные мероприятия и технические средства. Применение методов самодиагностирования и поверки по эталону	7	1		2	4
<b>Раздел 4. Структура и функционирование современной автоматизированной системы контроля.</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
Тема 5. Типовая структура и функционирование современной автоматизированной системы контроля электрических параметров	12	2	2	2	6
<b>Раздел 5. Отказы изделий электронной техники</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>12</b>
Тема 6. Основные отказы на стадиях жизненного цикла ИЭТ	13	1	4	2	6
Тема 7. Механизмы отказов в межэлементных соединениях на основе поликремния	7	1			6
<b>Раздел 6. Отбраковочные испытания. Тренировка изделий электронной техники</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
Тема 8. Виды отбраковочных испытаний. Тренировка ИЭТ.	11	1	2	2	6



Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 9. Режимы энергоциклирования ИС и термоциклирование.	11	1	2	2	6
<b>Раздел 7. Основы инженерной методики планирования, проведения и обработки результатов многофакторных испытаний на надежность</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>6</b>
Тема 10. Оценка погрешностей измерений. Построение графиков по результатам измерений. Построение гистограмм распределения и интегрального распределения.	8	1		1	6
<b>Раздел 8. Контроль структурного совершенства полупроводниковых материалов</b>	<b>6</b>	<b>2</b>			<b>4</b>
Тема 11. Методы неразрушающего и разрушающего контроля	6	2			4
<b>Раздел 9. Определение тепловых характеристик полупроводника. Контроль наличия загрязнений в процессе производства</b>	<b>8</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>6</b>
Тема 12. Тепловые характеристики полупроводниковых материалов и полупроводниковых приборов	8	1		1	6
<b>Раздел 10. Тестовые структуры и методы тестирования интегральных микросхем в составе электронных изделий</b>	<b>6</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>4</b>
Тема 13. Тестовые структуры в составе микросхем	6	1		1	4
<b>Раздел 11. Контроль качества корпусов и герметизации изделий микроэлектроники</b>	<b>7</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>5</b>
Тема 14. Контроль качества корпусов и герметизации изделий микроэлектроники	7	1		1	5
<b>Итого</b>	<b>117</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>69</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	...	...	...	...	...	...
Раздел 1. Современные требования к системе качества при разработке изделий микроэлектроники. Виды, методы и средства контроля.	+						
Раздел 2. Режимы диагностирования и контроля электрических параметров	+						
Раздел 3. Метрологическое обеспечение процесса контроля электрических параметров	+						
Раздел 4. Структура и функционирование современной автоматизированной системы контроля.	+						
Раздел 5. Отказы изделий электронной техники	+						

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-2	...	...	...	...	...	...
Раздел 6. Отбраковочные испытания. Тренировка изделий электронной техники	+						
Раздел 7. Основы инженерной методики планирования, проведения и обработки результатов многофакторных испытаний на надежность	+						
Раздел 8. Контроль структурного совершенства полупроводниковых материалов	+						
Раздел 9. Определение тепловых характеристик полупроводника. Контроль наличия загрязнений в процессе производства	+						
Раздел 10. Тестовые структуры и методы тестирования интегральных микросхем в составе электронных изделий	+						
Раздел 11. Контроль качества корпусов и герметизации изделий микроэлектроники	+						

### 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 и содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 1. Программа и содержание дисциплины.	Введение. Диагностика качества полупроводниковых приборов, необходимость.	1
Тема 2. Современные требования к системе контроля качества при разработке и массовом производстве изделий микроэлектроники. Виды и средства контроля.	Современные требования к системе контроля качества при разработке и массовом производстве изделий микроэлектроники. Виды и средства контроля.	1
Тема 3. Режимы диагностирования и контроля электрических параметров	Режимы диагностирования и контроля электрических параметров. Зависимость набора параметров и условий контроля от типа изделий и вида приемки. Выбор норм контроля электрических параметров. Выбор режимов и условий измерений. Зависимость испытаний от вида приемки и типа изделия.	1
Тема 4. Метрологическое обеспечение процесса контроля: организационные мероприятия и технические средства. Применение методов самодиагностирования и поверки по эталону	Метрологическое обеспечение процесса контроля: организационные мероприятия и технические средства. Применение методов самодиагностирования и поверки по эталону.	1
Тема 5. Типовая структура и функционирование современной автоматизированной системы контроля электрических параметров	Типовая структура и функционирование современной автоматизированной системы контроля электрических параметров. Требования к основным модулям. Организация информационных каналов. Основные направления совершенствования измерительных систем. Агрегативный принцип построения измерительных систем. Автоматизированная система входного контроля электрорадиоэлементов. Автоматизирован-	2

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
	ная система контроля элементных средств.	
Тема 6. Основные отказы на стадиях жизненного цикла ИЭТ	Основные отказы на стадиях жизненного цикла ИЭТ. Виды и механизмы отказов полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Механизмы отказов металлизации в результате электромиграции. Механизмы коррозии и окисления металлизации. Механизмы отказа контактов.	1
Тема 7. Механизмы отказов в межэлементных соединениях на основе поликремния	Механизмы отказов в межэлементных соединениях на основе поликремния. Механизмы отказов планарных структур. Механизмы пробоя в тонком окисле и эффект горячих носителей. Механизмы отказов в результате действия ударных и вибрационных нагрузок. Механизмы отказов в результате радиационных воздействий.	1
Тема 8. Виды отбраковочных испытаний. Тренировка ИЭТ.	Виды отбраковочных испытаний. Тренировка ИЭТ. Электротренировка. Электротермотренировка. Термотренировка ИЭТ. Высокотемпературное старение. Испытания по методу «температура-влажность-напряжение смещения».	1
Тема 9. Режимы энергоциклирования ИС и термоциклирование.	Режим энергоциклирования ИС и термоциклирование. Продолжительность тренировок ИС и их место в технологическом процессе отбраковочных испытаний. Требования к отбраковочным испытаниям ИС за рубежом.	1
Тема 10. Оценка погрешностей измерений. Построение графиков по результатам измерений. Построение гистограмм распределения и интегрального распределения.	Оценка погрешностей измерений. Построение графиков по результатам измерений. Построение гистограмм распределения и интегрального распределения.	1
Тема 11. Методы неразрушающего и разрушающего контроля	Применение электронной микроскопии для изучения структурного совершенства полупроводников. Применение рентгеновских топографических методов в полупроводниках для изучения дефектов. Метод Берта-Баррета. Метод Ланга. Метод Бормана. Растровая электронная микроскопия.	2
Тема 12. Тепловые характеристики полупроводниковых материалов и полупроводниковых приборов	Абсолютный метод определения коэффициента теплопроводности. Относительный метод определения коэффициента теплопроводности. Методы нахождения кинетических параметров, использующие ввод теплоты при помощи оптического импульса. Определение параметров полупроводника по данным измерений тепловых и термоэлектрических эффектов. Виды загрязнений поверхности подложек и пластин. Методы удаления загрязнений. Определение чистоты поверхности	1
Тема 13. Тестовые структуры в составе микросхем	Использование тестовых структур при оценке качества и надежности полупроводниковых приборов и ИМС. Основные тестовые стратегии. Оптическое тестирование. Функциональное тестирование. Внутрисхемное тестирование. «Летающие»	1

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
	пробники. Периферийное сканирование.	
Тема 14. Контроль качества корпусов и герметизации изделий микроэлектроники	Контроль содержания паров воды внутри корпусов интегральных микросхем. Контроль качества герметизации пластмассовых корпусов.	1
<b>Итого</b>	–	<b>16</b>

#### 5.4. Лабораторные работы

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

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
Тема 3. Режимы диагностирования и контроля электрических параметров	Диагностика параметров выпрямительного диода с р-п- переходом	2
Тема 5. Типовая структура и функционирование современной автоматизированной системы контроля электрических параметров	Диагностика параметров силового диода Шоттки	2
Тема 6. Основные отказы на стадиях жизненного цикла ИЭТ	Диагностика параметров биполярного транзистора	2
Тема 8. Виды отбраковочных испытаний. Тренировка ИЭТ.	Диагностика параметров полевого транзистора с управляющим р-п-переходом	2
Тема 9. Режимы энергоциклирования ИС и термоциклирование.	Диагностика параметров МДП-транзистора со встроенным и индуцированным каналом.	2
	Диагностика параметров тиристора.	2
	Диагностика статических и динамических параметров операционного усилителя.	2
	Диагностики статических и динамических параметров цифровой логической микросхемы.	2
<b>Итого</b>	–	<b>16</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.
Тема 3. Режимы диагностирования и контроля электрических параметров	Диагностирование параметров полупроводниковых приборов	Расчет и диагностика параметров полупроводниковых приборов	5
Тема 4. Метрологическое обеспечение процесса контроля: организационные мероприятия и технические	Метрологическое обеспечение процесса контроля: организационные мероприятия и технические средства.	Применение методов самодиагностирования и проверки по эталону	1

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
средства. Применение методов самодиагностирования и поверки по эталону	Применение методов самодиагностирования и поверки по эталону		
Тема 5. Типовая структура и функционирование современной автоматизированной системы контроля электрических параметров	Автоматизированные системы контроля электрических параметров полупроводниковых приборов	Диагностика параметров полупроводниковых приборов с помощью автоматизированных систем контроля электрических параметров	4
Тема 6. Основные отказы на стадиях жизненного цикла ИЭТ	Основные отказы на стадиях жизненного цикла ИЭТ	Диагностика отказов полупроводниковых приборов	4
Тема 8. Виды отбраковочных испытаний. Тренировка ИЭТ.	Отбраковочные испытания полупроводниковых приборов	Отбраковочные испытания дискретных и интегральных полупроводниковых приборов по параметрам	8
Тема 9. Режимы энергоциклирования ИС и термоциклирование.	Режимы энергоциклирования ИС и термоциклирование.	Методы энерго- и термоциклирования полупроводниковых приборов и интегральных микросхем	6
Тема 10. Оценка погрешностей измерений. Построение графиков по результатам измерений. Построение гистограмм распределения и интегрального распределения.	Оценка погрешностей измерений	Оценка погрешностей измерений. Построение графиков по результатам измерений. Построение гистограмм распределения и интегрального распределения.	1
Тема 12. Тепловые характеристики полупроводниковых материалов и полупроводниковых приборов	Тепловые характеристики полупроводниковых материалов и полупроводниковых приборов	Расчет тепловых характеристик полупроводниковых приборов по результатам испытаний и диагностики	1
Тема 13. Тестовые структуры в составе микросхем	Тестовые структуры в составе микросхем	Типовые расчеты тестовых структур в составе полупроводниковых приборов и интегральных микросхем	1
Тема 14. Контроль качества корпусов и герметизации изделий микроэлектроники	Контроль качества корпусов и герметизации изделий микроэлектроники	Методы контроля качества герметизации полупроводниковых приборов	1
<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 5. Типовая структура и функционирование современной автоматизированной системы контроля электрических параметров	Автоматизированные установки тестирования полупроводниковых приборов в корпусном исполнении Автоматизированные установки тестирования бескорпусных полупроводниковых приборов
Тема 13. Тестовые структуры в составе микросхем	Тестовые структуры контроля качества техпроцесса изготовления полупроводниковых приборов
Тема 8. Виды отбраковочных испытаний. Тренировка ИЭТ.	Тренировка на надежность

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 <i>(выбрать нужное)</i>
Тема 1. Программа и содержание дисциплины.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 2. Современные требования к системе контроля качества при разработке и массовом производстве изделий микроэлектроники. Виды и средства контроля.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 3. Режимы диагностирования и контроля электрических параметров	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 4. Метрологическое обеспечение процесса контроля: организационные мероприятия и технические средства. Применение методов самодиагностирования и поверки по эталону	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 5. Типовая структура и функционирование современной автоматизированной системы контроля электрических параметров	Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 6. Основные отказы на стадиях жиз-	Проработка и повторение лекционного материала.

<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Виды самостоятельной работы (выбрать нужное)</b>
енного цикла ИЭТ	Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 7. Механизмы отказов в межэлементных соединениях на основе поликремния	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 8. Виды отбраковочных испытаний. Тренировка ИЭТ.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 9. Режимы энергоциклирования ИС и термоциклирование.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 10. Оценка погрешностей измерений. Построение графиков по результатам измерений. Построение гистограмм распределения и интегрального распределения.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 11. Методы неразрушающего и разрушающего контроля	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 12. Тепловые характеристики полупроводниковых материалов и полупроводниковых приборов	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 13. Тестовые структуры в составе микросхем	Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 14. Контроль качества корпусов и герметизации изделий микроэлектроники	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации

Учебным планом в рамках дисциплины не предусмотрено выполнение расчетно-графической работы (РГР).

## 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 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 зачета, 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

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
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 Подготовка докладов Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям.



Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
	Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта. Подготовка к зачету
Консультации	Концентрация внимания на отдельных вопросах. Личностно-ориентированный подход. Диалог.
Промежуточная аттестация обучающихся	Зачет (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;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Методы и оборудование диагностики и контроля параметров полупроводниковых приборов – 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 лабораторных работ.

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. Афонский А.А. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике [Электронный ресурс] / А.А. Афонский, В.П. Дьяконов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 688 с. — 978-5-4488-0055-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63585.html>

#### *б) дополнительная литература*

1. Потапов, Л.А. Методы и средства контроля параметров аналоговых микросхем: [учеб. пособие для вузов] / Л.А. Потапов, В.Ф. Зотин. – Брян. гос. техн. ун-т. - Брянск: Изд-во БГТУ, 2016. - 101 с.

2. Кольцов Г.И. Физика полупроводниковых приборов. Расчет параметров биполярных приборов [Электронный ресурс] : сборник задач / Г.И. Кольцов, С.И. Диденко, М.Н. Орлова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2012. — 78 с. — 978-5-87623-533-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56589.html>

3. Петров, М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.Н. Петров, Г.В. Гудков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/661>. — Загл. с экрана.

4. Ульрих Титце Полупроводниковая схемотехника. Том I [Электронный ресурс] / Титце Ульрих, Шенк Кристоф. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 826 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63579.html>. – Загл. с экрана.

5. Ульрих Титце Полупроводниковая схемотехника. Том II [Электронный ресурс] / Титце Ульрих, Шенк Кристоф. – Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. – 940 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63580.html>. – Загл. с экрана

#### *б) справочная литература*

1. ГОСТы на измерение параметров полупроводниковых приборов

### **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

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

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных занятий, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- компьютерный класс для проведения практических 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-

ся.

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, прочитывать 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 учебные 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 структу-

ру 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.

**Организация лабораторных занятий по дисциплине** направлена на следующие цели и задачи:

- углубление и закрепление знания теоретического курса путем практического изучения в лабораторных условиях изложенных в лекциях законов и положений;
- приобретение навыков в научном экспериментировании, анализе полученных результатов;
- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения научных исследований.

Порядок подготовки лабораторного занятия:

- изучение требований программы дисциплины;
- формулировка цели и задач лабораторного занятия;
- разработка плана проведения лабораторного занятия;
- подбор содержания лабораторного занятия;
- разработка необходимых для лабораторного занятия инструкционных карт;
- моделирование лабораторного занятия;
- проверка специализированной лаборатории на соответствие санитарно-гигиеническим нормам, требованиям по безопасности и технической эстетике;
- проверка количества лабораторных мест, необходимых и достаточных для достижения поставленных целей обучения;
- проверка материально-технического обеспечения лабораторных занятий на соответствие требованиям программы дисциплины.

Формы проведения лабораторных занятий:

- фронтальная;
- по циклам;
- индивидуальная;
- смешанная (комбинированная).

При проведении лабораторных работ используют три подхода к их вы-

полнению:

- на основе рецептурных действий обучающихся, когда они проявляют умение работать преимущественно в стандартных условиях, отраженных в руководстве по лабораторному практикуму;
- на основе частично поисковых действий, когда обучающиеся могут действовать достаточно самостоятельно, решать несложные творческие задачи при подсказке или непосредственном руководстве преподавателя;
- на основе активных творческих действий обучающихся, когда они проявляют способность действовать в условиях, близких к реальным, используя запас приобретенных знаний.

**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 РГР 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 зачету 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 выполнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
	вые 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.
Практические занятия	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.
Лабораторные работы	Подготовка к эксперименту (ознакомление с целью и задачами, ходом лабораторной работы, работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, подготовка таблиц для фиксирования хода и результатов опытно-экспериментальной работы и др.). Проведение измерений (вводный и текущий инструктаж, проведение опытов и экспериментов). Обработка полученных результатов; формулировка выводов и написание отчета. Защита отчета по лабораторной работе.
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	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
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.

## 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
---------------------------------------	---	---



Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
ПК-2.1.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-14). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-14).	Вопросы к зачету представлены в ФОС по дисциплине.
ПК-2.2.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-14). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-14).	Вопросы к зачету представлены в ФОС по дисциплине.
ПК-2.3.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-14). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-14).	Вопросы к зачету 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 РГР по дисциплине представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Критерии и шкала оценки РГР по дисциплине

Оценка	Оцениваемые параметры
«отлично»	Теоретический вопрос раскрыт полностью без смысловых и ло-

Оценка	Оцениваемые параметры
	гических 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 зачета используется шкала оценивания, представленная в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий (зачтено / «отлично»)	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практический 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

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	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.

#### 12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине определяется с учетом результатов промежуточной аттестации обучающегося (зачета) 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 16.

Таблица 16 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

Оценка	Характеристика результатов обучения
Зачтено (высокий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
Зачтено (повышенный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
Зачтено (базовый уровень ос-	Содержание дисциплины освоено частично, большинство

Оценка	Характеристика результатов обучения
воения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
Не зачтено (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 «Методы и оборудование диагностики и контроля параметров полупроводниковых приборов», размещенном в системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования ([edu.tu-bryansk.ru](http://edu.tu-bryansk.ru)), входящей в состав электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>) и «Фонд оценочных средств по дисциплине «Методы и оборудование диагностики и контроля параметров полупроводниковых приборов».

## 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 направлена 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.