



**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**

**«22» апреля 2022 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**«Математическое описание физических процессов »**

*(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)*

**2021**

*(год набора)*

**Брянск 2022**

Рабочая программа учебной дисциплины  
«Математическое описание физических процессов»

(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):**

профессор, д.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Г.А. Федяева

(И.О. Фамилия)

доцент, к.т.н

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

И.Ю. Бутарев

(И.О. Фамилия)

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

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

«10» марта 2022 г., протокол № 6/2

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)

© Федяева Г.А., Бутарев И.Ю. 2022

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС .....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ .....	7
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	10
5.3. Лекции .....	12
5.4. Лабораторные работы .....	15
5.5. Практические занятия .....	17
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	21
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	25
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	25
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	26
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	27
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	27
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	27
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	27
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	28
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	28
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	28

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	29
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	29
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	32
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	33
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины.....	33
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	33
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	35
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	36
12.5. Характеристика результатов обучения .....	36
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	36
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	37

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Математическое описание физических процессов» (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 микроэлектроника, профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника».

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины – формирование у студентов системы знаний, умений и навыков по математическому описанию и основам качественного и количественного анализа статических и динамических процессов в технических системах, широко используемых в электротехнике и электронике.

**Задачи** дисциплины:

- ознакомление студентов с основами математического описания и прогнозирования физических процессов в механических, электрических и электро-механических системах;
- овладение навыками качественного и количественного анализа статических и динамических режимов работы технических систем;
- приобретение опыта использования для анализа физических процессов в технических системах основной библиотеки программного комплекса по математическому моделированию.

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

Дисциплина входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, и реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

Предварительно изучаются дисциплины: «Высшая математика», «Физика», «Информатика».

Параллельно изучаются дисциплины: «Теоретические основы электротехники», «Системы искусственного интеллекта».

Базируются на изучении дисциплины: «Высшая математика», «Физика», «Информатика».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ПК-1, 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-1. Способ-	ПК-1.1. Имеет представление	особен-	состав-	навыками

<p>бен строить математические и компьютерные модели электронных и электротехнических устройств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p>	<p>о методах построения компьютерных и математических моделей электронных и электротехнических промышленных устройств различного функционального назначения. ПК-1.2. Строит компьютерные математические модели электронных и электротехнических устройств различного функционального назначения. ПК-1.3. Имеет навыки анализа электронных и электротехнических промышленных устройств различного функционального назначения с использованием компьютерного моделирования.</p>	<p>ности протекания и математического описания статических и динамических физических процессов в механических и электрических системах; основные элементы и фазовые переменные электротехнических систем и связи между ними; современные тенденции в применении ЭВМ для анализа физических процессов</p>	<p>лять математическое описание статических и динамических процессов в электротехнических системах; составлять математическое описание функционирования протекания элементов электротехнических систем; составлять уравнения равновесия и непрерывности</p>	<p>применения математического аппарата для описания физических процессов в технических системах; навыками выявления аналогий между физическими процессами в системах различной физической природы; приемами анализа физических процессов в программном комплексе компьютерного моделирования</p>
--	---	--	---	--

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

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

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
<b>1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:</b>	<b>64</b>	-	-	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1. Лекции, час.	32	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2. Лабораторные работы, час.	16	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
1.3. Практические занятия, час.	16	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
<b>2. Самостоятельная работа обучающихся, час.</b>	<b>53</b>	-	-	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:</b>	<b>27</b>												
3.1. Экзамен, семестр		-											
3.2. Зачет, семестр	27	3											
3.3. Зачет с оценкой, семестр		-											
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр		-											
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр		-											
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр		-											
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. Цель и задачи дисциплины, основные понятия и определения</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
Тема 1. Цель и задачи курса. Базовые определения и понятия курса.	4	2	0	0	2
Тема 2. Классификация физических процессов. Иерархия математического описания объектов.	4	2	0	0	2
<b>Раздел 2. Визуализация анализа физических процессов</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
Тема 3. Математическое описание статических и динамических процессов алгебраическими и дифференциальными уравнениями. Основные пути решения уравнений: аналитическое решение; приближенное решение при помощи компьютера. Компьютерное моделирование. Точность и адекватность модели. Представление алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений в виде структурных схем.	11	3	2	2	4
Тема 4. Состав, структура и основные возможности программных комплексов (ПК) имитационного моделирования. Основы работы с библиотеками и анализа физических процессов.	14	4	2	2	6
<b>Раздел 3. Математическое описание физических процессов в электрических системах</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
Тема 5. Математическое описание динамических процессов в простейших механических системах. Уравнения сил и моментов, сопротивление движению. Переходные и установившиеся процессы в механических объектах.	11	3	2	2	4
Тема 6. Составление блок-диаграмм для расчета динамических процессов в механических системах. Колебания в механических системах, возникновение резонанса, биения.	14	4	2	2	6



Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 4. Математическое описание физических процессов в электрических системах</b>	<b>29</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>14</b>
Тема 7. Математическое описание динамических процессов в простейших электрических цепях. Аналогии математических уравнений динамических процессов в электрических и механических системах. Три основных элемента технических систем. Переходные и установившиеся процессы в электрических цепях. Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.	10	2	2	2	4
Тема 8. Упрощенное математическое описание полупроводниковых вентилей в ключевом режиме. Математическое описание однофазных полупроводниковых выпрямителей. Анализ влияния индуктивностей на динамические процессы в выпрямителях. Сглаживание пульсаций напряжения и тока. Математическое описание катушки с ферромагнитным сердечником. Индуктивный и емкостной фильтры. Математическое описание динамических процессов в однофазных неуправляемых выпрямителях с фильтром.	8	2	1	1	4
Тема 9. Математическое описание магнитных цепей с насыщением. Принцип преобразования постоянного напряжения в переменное. Математическое описание выходного сигнала однофазного автономного инвертора напряжения. Принцип синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения инвертора, математическое описание сигнала синусоидальной ШИМ.	11	3	1	1	6
<b>Раздел 5. Математическое описание физических процессов в электро-механических системах</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>15</b>

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 10. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как электромеханическая система и его математическое описание в статических и динамических режимах работы. Статические и динамические электромеханические характеристики. Математическое описание электромеханической системы, включающей однофазный выпрямитель и двигатель постоянного тока. Принцип регулирования сигнала по отклонению.	13	3	2	2	6
Тема 11. Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемым выпрямителем.	9	2	1	1	5
Тема 12. Принцип обратимости электрических машин, математическое описание статических и динамических процессов в генераторе постоянного тока независимого возбуждения.	8	2	1	1	4
<b>Итого</b>	<b>117</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>53</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-1	...	...	...	...	...	...
Тема 1. Цель и задачи курса. Базовые определения и понятия курса.	+						
Тема 2. Классификация физических процессов. Иерархия математического описания объектов.	+						
Тема 3. Математическое описание статических и динамических процессов алгебраическими и дифференциальными уравнениями. Основные пути решения уравнений: аналитическое решение; приближенное решение при помощи компьютера. Компьютерное моделирование. Точность и адекватность модели. Представление алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений в виде структурных схем.	+						

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-1	...	...	...	...	...	...
Тема 4. Состав, структура и основные возможности программных комплексов (ПК) имитационного моделирования. Основы работы с библиотеками и анализа физических процессов.	+						
Тема 5. Математическое описание динамических процессов в простейших механических системах. Уравнения сил и моментов, сопротивление движению. Переходные и установившиеся процессы в механических объектах.	+						
Тема 6. Составление блок-диаграмм для расчета динамических процессов в механических системах. Колебания в механических системах, возникновение резонанса, биения.	+						
Тема 7. Математическое описание динамических процессов в простейших электрических цепях. Аналогии математических уравнений динамических процессов в электрических и механических системах. Три основных элемента технических систем. Переходные и установившиеся процессы в электрических цепях. Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.	+						
Тема 8. Упрощенное математическое описание полупроводниковых вентилях в ключевом режиме. Математическое описание однофазных полупроводниковых выпрямителей. Анализ влияния индуктивностей на динамические процессы в выпрямителях. Сглаживание пульсаций напряжения и тока. Математическое описание катушки с ферромагнитным сердечником. Индуктивный и емкостной фильтры. Математическое описание динамических процессов в однофазных неуправляемых выпрямителях с фильтром.	+						
Тема 9. Математическое описание магнитных цепей с насыщением. Принцип преобразования постоянного напряжения в переменное. Математическое описание выходного сигнала однофазного автономного инвертора напряжения. Принцип синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения инвертора, математическое описание сигнала синусоидальной ШИМ.	+						
Тема 10. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как электромеханическая система и его математическое описание в статических и динамических режимах работы. Статические и динамические электромеханические характеристики. Математическое описание электромеханической системы, включающей однофазный выпрямитель и двигатель постоянного тока. Принцип регулирования сигнала по отклонению.	+						

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-1	...	...	...	...	...	...
Тема 11. Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемым выпрямителем.	+						
Тема 12. Принцип обратимости электрических машин, математическое описание статических и динамических процессов в генераторе постоянного тока независимого возбуждения.	+						

### 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. Цель и задачи курса. Базовые определения и понятия курса.	Цель и задачи курса. Базовые определения и понятия курса.	2
Тема 2. Классификация физических процессов. Иерархия математического описания объектов.	Классификация физических процессов. Иерархия математического описания объектов.	2
Тема 3. Математическое описание статических и динамических процессов алгебраическими и дифференциальными уравнениями. Основные пути решения уравнений: аналитическое решение; приближенное решение при помощи компьютера. Компьютерное моделирование. Точность и адекватность модели. Представление алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений в виде структурных схем.	Математическое описание статических и динамических процессов алгебраическими и дифференциальными уравнениями. Основные пути решения уравнений: аналитическое решение; приближенное решение при помощи компьютера. Компьютерное моделирование. Точность и адекватность модели. Представление алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений в виде структурных схем.	3
Тема 4. Состав, структура и основные возможности программ-	Состав, структура и основные возможности программных комплексов (ПК) имитационного моделирования. Основы работы с библиотеками и анализа	4

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
ных комплексов (ПК) имитационного моделирования. Основы работы с библиотеками и анализа физических процессов.	физических процессов.	
Тема 5. Математическое описание динамических процессов в простейших механических системах. Уравнения сил и моментов, сопротивление движению. Переходные и установившиеся процессы в механических объектах.	Математическое описание динамических процессов в простейших механических системах. Уравнения сил и моментов, сопротивление движению. Переходные и установившиеся процессы в механических объектах.	3
Тема 6. Составление блок-диаграмм для расчета динамических процессов в механических системах. Колебания в механических системах, возникновение резонанса, биения.	Составление блок-диаграмм для расчета динамических процессов в механических системах. Колебания в механических системах, возникновение резонанса, биения	4
Тема 7. Математическое описание динамических процессов в простейших электрических цепях. Аналогии математических уравнений динамических процессов в электрических и механических системах. Три основных элемента технических систем. Переходные и установившиеся процессы в электрических цепях. Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.	Математическое описание динамических процессов в простейших электрических цепях. Аналогии математических уравнений динамических процессов в электрических и механических системах. Три основных элемента технических систем. Переходные и установившиеся процессы в электрических цепях. Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.	2

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 8. Упрощенное математическое описание полупроводниковых вентилей в ключевом режиме. Математическое описание однофазных полупроводниковых выпрямителей. Анализ влияния индуктивностей на динамические процессы в выпрямителях. Сглаживание пульсаций напряжения и тока. Математическое описание катушки с ферромагнитным сердечником. Индуктивный и емкостной фильтры. Математическое описание динамических процессов в однофазных неуправляемых выпрямителях с фильтром.	Упрощенное математическое описание полупроводниковых вентилей в ключевом режиме. Математическое описание однофазных полупроводниковых выпрямителей. Анализ влияния индуктивностей на динамические процессы в выпрямителях. Сглаживание пульсаций напряжения и тока. Математическое описание катушки с ферромагнитным сердечником. Индуктивный и емкостной фильтры. Математическое описание динамических процессов в однофазных неуправляемых выпрямителях с фильтром.	2
Тема 9. Математическое описание магнитных цепей с насыщением. Принцип преобразования постоянного напряжения в переменное. Математическое описание выходного сигнала однофазного автономного инвертора напряжения. Принцип синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения инвертора, математическое описание сигнала синусоидальной ШИМ.	Математическое описание магнитных цепей с насыщением. Принцип преобразования постоянного напряжения в переменное. Математическое описание выходного сигнала однофазного автономного инвертора напряжения. Принцип синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения инвертора, математическое описание сигнала синусоидальной ШИМ.	3
Тема 10. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как электромеханическая система и его математическое описание в статических и дина-	Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как электромеханическая система и его математическое описание в статических и динамических режимах работы. Статические и динамические электромеханические характеристики. Математическое описание электромеханической системы, включающей однофазный выпрямитель и двигатель постоян-	3

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
мических режимах работы. Статические и динамические электромеханические характеристики. Математическое описание электромеханической системы, включающей однофазный выпрямитель и двигатель постоянного тока. Принцип регулирования сигнала по отклонению.	ного тока. Принцип регулирования сигнала по отклонению.	
Тема 11. Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемым выпрямителем.	Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемым выпрямителем.	2
Тема 12. Принцип обратимости электрических машин, математическое описание статических и динамических процессов в генераторе постоянного тока независимого возбуждения.	Принцип обратимости электрических машин, математическое описание статических и динамических процессов в генераторе постоянного тока независимого возбуждения.	2
<b>Итого</b>		32

#### 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. Математическое описание статических и динамических процессов алгебраическими и дифференциальными уравнениями. Основные пути решения уравнений: аналитическое решение; приближенное решение при помощи компьютера. Компьютерное мо-	Сравнение основных путей решения уравнений.	2

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
делирование. Точность и адекватность модели. Представление алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений в виде структурных схем.		
Тема 4. Состав, структура и основные возможности программных комплексов (ПК) имитационного моделирования. Основы работы с библиотеками и анализа физических процессов.	Работа с библиотеками программных комплексов (ПК) имитационного моделирования.	2
Тема 5. Математическое описание динамических процессов в простейших механических системах. Уравнения сил и моментов, сопротивление движению. Переходные и установившиеся процессы в механических объектах.	Математическое описание физических процессов в простейших механических системах на основе структурных схем, анализ динамических процессов при поступательном и вращательном движении в основной библиотеке среды имитационного моделирования.	2
Тема 6. Составление блок-диаграмм для расчета динамических процессов в механических системах. Колебания в механических системах, возникновение резонанса, биения.		2
Тема 7. Математическое описание динамических процессов в простейших электрических цепях. Аналогии математических уравнений динамических процессов в электрических и механических системах. Три основных элемента технических систем. Переходные и установившиеся процессы в электрических цепях. Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.	Математическое описание динамических процессов в неразветвленных электрических цепях, анализ переходных процессов в электрических цепях в основной библиотеке среды имитационного моделирования.	2
Тема 8. Упрощенное математическое описание полупроводниковых вентилей в ключевом режиме. Математическое описание однофазных полупроводниковых выпрямителей. Анализ влияния индуктивностей на динамические процессы в выпрямителях. Сглаживание пульсаций напряжения и	Математическая модель полупроводниковых вентилей в ключевом режиме	1



Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
тока. Математическое описание катушки с ферромагнитным сердечником. Индуктивный и емкостной фильтры. Математическое описание динамических процессов в однофазных неуправляемых выпрямителях с фильтром.		
Тема 9. Математическое описание магнитных цепей с насыщением. Принцип преобразования постоянного напряжения в переменное. Математическое описание выходного сигнала однофазного автономного инвертора напряжения. Принцип синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения инвертора, математическое описание сигнала синусоидальной ШИМ.	Модель синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения инвертора, математическое описание сигнала синусоидальной ШИМ.	1
Тема 10. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как электромеханическая система и его математическое описание в статических и динамических режимах работы. Статические и динамические электромеханические характеристики. Математическое описание электромеханической системы, включающей однофазный выпрямитель и двигатель постоянного тока. Принцип регулирования сигнала по отклонению.	Математическая модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения	2
Тема 11. Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемым выпрямителем.	Исследование пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов	1
Тема 12. Принцип обратимости электрических машин, математическое описание статических и динамических процессов в генераторе постоянного тока независимого возбуждения.	Математическая модель генератора постоянного тока	1
<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 и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Тема 3. Математическое описание статических и динамических процессов алгебраическими и дифференциальными уравнениями. Основные пути решения уравнений: аналитическое решение; приближенное решение при помощи компьютера. Компьютерное моделирование. Точность и адекватность модели. Представление алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений в виде структурных схем.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математическое описание статических и динамических процессов алгебраическими и дифференциальными уравнениями</li> <li>2. Аналитическое решение, приближенно решение.</li> <li>3. Представление алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений в виде структурных схем.</li> </ol>	2
Тема 4. Состав, структура и основные возможности программных комплексов (ПК) имитационного моделирования. Основы работы с библиотеками и анализа физических процессов.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Состав, структура и основные возможности программных комплексов (ПК) имитационного моделирования.</li> <li>2. Основы работы с библиотеками и анализа физических процессов.</li> </ol>	2
Тема 5. Математическое описание динамических процессов в простейших механических системах. Уравнения сил и моментов, сопротивление движению. Переходные и установившиеся процессы в механических объектах.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математическое описание динамических процессов в простейших механических системах. Уравнения сил и моментов, сопротивление движению.</li> <li>2. Переходные и установившиеся процессы в механических объектах.</li> </ol>	2
Тема 6. Составление блок-диаграмм для расчета динамических процессов в механических системах. Коле-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составление блок-диаграмм для расчета динамических процессов в механических системах.</li> <li>2. Колебания в механических системах, возникновение резонанса, биения.</li> </ol>	2

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
бания в механических системах, возникнове-ние резонанса, биения.		
Тема 7. Математическое описание динамических процессов в простейших электрических цепях. Аналогии математических уравнений динамических процессов в электрических и механических системах. Три основных элемента технических систем. Переходные и установившиеся процессы в электрических цепях. Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.	<p>1. Математическое описание динамических процессов в простейших электрических цепях. Аналогии математических уравнений динамических процессов в электрических и механических системах.</p> <p>2. Три основных элемента технических систем. Переходные и установившиеся процессы в электрических цепях.</p> <p>3. Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи.</p> <p>4. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.</p>	2
Тема 8. Упрощенное математическое описание полупроводниковых вентилях в ключевом режиме. Математическое описание однофазных полупроводниковых выпрямителей. Анализ влияния индуктивностей на динамические процессы в выпрямителях. Сглаживание пульсаций напряжения и тока. Математическое описание катушки с ферромагнитным сердечником. Индуктивный и емкостной фильтры. Математическое описание динамических процессов в однофазных не-	<p>1. Упрощенное математическое описание полупроводниковых вентилях в ключевом режиме. Математическое описание однофазных полупроводниковых выпрямителей. Анализ влияния индуктивностей на динамические процессы в выпрямителях. Сглаживание пульсаций напряжения и тока.</p>	1

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
управляемых выпрямителях с фильтром.		
Тема 9. Математическое описание магнитных цепей с насыщением. Принцип преобразования постоянного напряжения в переменное. Математическое описание выходного сигнала однофазного автономного инвертора напряжения. Принцип синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения инвертора, математическое описание сигнала синусоидальной ШИМ.	1. Математическое описание магнитных цепей с насыщением. Принцип преобразования постоянного напряжения в переменное. 2. Математическое описание выходного сигнала однофазного автономного инвертора напряжения. Принцип синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения инвертора, математическое описание сигнала синусоидальной ШИМ.	1
Тема 10. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как электромеханическая система и его математическое описание в статических и динамических режимах работы. Статические и динамические электромеханические характеристики. Математическое описание электромеханической системы, включающей однофазный выпрямитель и двигатель постоянного тока. Принцип регулирования сигнала по отклонению.	1. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как электромеханическая система и его математическое описание в статических и динамических режимах работы. Статические и динамические электромеханические характеристики. 2. Математическое описание электромеханической системы, включающей однофазный выпрямитель и двигатель постоянного тока. Принцип регулирования сигнала по отклонению.	2
Тема 11. Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемого выпрямителем.	1. Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемого выпрямителем.	1

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
мым выпрямителем.		
Тема 12. Принцип обратимости электрических машин, математическое описание статических и динамических процессов в генераторе постоянного тока независимого возбуждения.	1. Принцип обратимости электрических машин, математическое описание статических и динамических процессов в генераторе постоянного тока независимого возбуждения	1
Итого		16

### 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 7. Математическое описание динамических процессов в простейших электрических цепях. Аналогии математических уравнений динамических процессов в электрических и механических системах. Три основных элемента технических систем. Переходные и установившиеся процессы в электрических цепях. Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.	Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи.
Тема 8. Упрощенное математическое описание полупроводниковых вентилей в ключевом режиме. Математическое описание однофазных полупроводниковых выпрямителей. Анализ влияния индуктивностей на динамические процессы в выпрямителях. Сглаживание пульсаций напряжения и тока. Математическое описание катушки с ферромагнитным сердечником. Индуктивный и емкостной фильтры. Математическое описание динамических процессов в однофазных неуправляемых выпрямителях с фильтром.	Сглаживание пульсаций напряжения и тока. Математическое описание катушки с ферромагнитным сердечником. Индуктивный и емкостной фильтры. Математическое описание динамических процессов в однофазных неуправляемых выпрямителях с фильтром

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Тема 9. Математическое описание магнитных цепей с насыщением. Принцип преобразования постоянного напряжения в переменное. Математическое описание выходного сигнала однофазного автономного инвертора напряжения. Принцип синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения инвертора, математическое описание сигнала синусоидальной ШИМ.	Принцип синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения инвертора, математическое описание сигнала синусоидальной ШИМ.
Тема 10. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как электромеханическая система и его математическое описание в статических и динамических режимах работы. Статические и динамические электромеханические характеристики. Математическое описание электромеханической системы, включающей однофазный выпрямитель и двигатель постоянного тока. Принцип регулирования сигнала по отклонению.	Математическое описание электромеханической системы, включающей однофазный выпрямитель и двигатель постоянного тока. Принцип регулирования сигнала по отклонению.
Тема 11. Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемым выпрямителем.	Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемым выпрямителем.

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. Цель и задачи курса. Базовые определения и понятия курса.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену
Тема 2. Классификация физических процессов. Иерархия математического описания объектов.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе.

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
	Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену
Тема 3. Математическое описание статических и динамических процессов алгебраическими и дифференциальными уравнениями. Основные пути решения уравнений: аналитическое решение; приближенное решение при помощи компьютера. Компьютерное моделирование. Точность и адекватность модели. Представление алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений в виде структурных схем.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену
Тема 4. Состав, структура и основные возможности программных комплексов (ПК) имитационного моделирования. Основы работы с библиотеками и анализа физических процессов.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену
Тема 5. Математическое описание динамических процессов в простейших механических системах. Уравнения сил и моментов, сопротивление движению. Переходные и установившиеся процессы в механических объектах.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену
Тема 6. Составление блок-диаграмм для расчета динамических процессов в механических системах. Колебания в механических системах, возникновение резонанса, биения.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену
Тема 7. Математическое описание динамических процессов в простейших электрических цепях. Аналогии математических уравнений динамических процессов в электрических и механических системах. Три основных элемента технических систем. Переходные и установившиеся процессы в электрических цепях. Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену
Тема 8. Упрощенное математическое описание полупроводниковых	Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала.

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
<p>вентилей в ключевом режиме. Математическое описание однофазных полупроводниковых выпрямителей. Анализ влияния индуктивностей на динамические процессы в выпрямителях. Сглаживание пульсаций напряжения и тока. Математическое описание катушки с ферромагнитным сердечником. Индуктивный и емкостной фильтры. Математическое описание динамических процессов в однофазных неуправляемых выпрямителях с фильтром.</p>	<p>Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену</p>
<p>Тема 9. Математическое описание магнитных цепей с насыщением. Принцип преобразования постоянного напряжения в переменное. Математическое описание выходного сигнала однофазного автономного инвертора напряжения. Принцип синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения инвертора, математическое описание сигнала синусоидальной ШИМ.</p>	<p>Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену</p>
<p>Тема 10. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как электромеханическая система и его математическое описание в статических и динамических режимах работы. Статические и динамические электромеханические характеристики. Математическое описание электромеханической системы, включающей однофазный выпрямитель и двигатель постоянного тока. Принцип регулирования сигнала по отклонению.</p>	<p>Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену</p>
<p>Тема 11. Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемым выпрямителем.</p>	<p>Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену</p>
<p>Тема 12. Принцип обратимости электрических машин, математическое описание статических и динамических процессов в генераторе постоянного тока независимого возбуждения.</p>	<p>Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену</p>



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

### **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

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Форма текущего контроля успеваемости</b>	<b>Периодичность осуществления</b>
Практические занятия/ Лабораторные работы	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

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Применяемые образовательные технологии</b>
Лекции	Проблемная лекция. Лекция-визуализация. Лекция-беседа. Лекция-дискуссия.
Практические занятия / Ла-	Групповые дискуссии.

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Применяемые образовательные технологии</b>
лабораторные работы	Решение практических задач.
Самостоятельная работа обучающихся	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Выполнение лабораторной работы. Подготовка к лекциям. 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 – «Математическое описание физических процессов – автор Бутарев И.Ю. 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

1. Математическое описание физических процессов: [Текст]+[Электронный ресурс] методические указания к выполнению практических работ для студентов очной формы обучения направления 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника – Брянск: БГТУ, 2018.

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

#### *а) основная литература*

1. Семенов М.Е. Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Е. Семенов, Н.Н. Некрасова. – Электрон. текстовые данные. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 94 с. – 978-5-89040-628-6. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72919.html>
2. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] / Н. В. Голубева. - Москва: Лань", 2016. - 191 с.: В ЭБС «Лань». [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=76825](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76825)

#### *б) дополнительная литература*

1. Иванов И.И. Электротехника и основы электроники [Электронный ресурс] : учеб. / И.И. Иванов, Г.И. Соловьев, В.Я. Фролов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 736 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71749>. – Загл. с экрана.
2. Таранчук В. Б. Основные функции систем компьютерной алгебры. – Минск: БГУ, 2013. – 59 с.

#### *в) справочная литература*

1. ГОСТы по компьютерному моделированию физических систем.

### 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). *Программный продукт Octave или SciLab*

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

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- 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, 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 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.

**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 выполнению:

- 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.

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 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 реко-



<b>Вид учебной работы</b>	<b>Организация деятельности обучающегося</b>
	мендуемой 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

<b>Код индикатора достижения компетенции</b>	<b>Оценочные средства текущего контроля успеваемости</b>	<b>Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся</b>
ПК-1.1	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-12). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-12).	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине.
ПК-1.2	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-12). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-12).	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине.
ПК-1.3	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-12). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-12).	Вопросы к экзамену 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 по лабораторной работе по дисциплине представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Критерии и шкала оценки доклада по лабораторной работе 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.

Оценка	Оцениваемые параметры
«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/зачета с оценкой / 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 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 сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Повышенный (зачтено)	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 приемами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Базовый (зачтено)	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 приемами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.
Низкий (не зачтено)	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серь-

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	ёзные 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 18.

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 освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено частично, большинство 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 «Математическое описание физических процессов», 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 «Математическое описание физических процессов».

### 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.