



**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 2022 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**«Математическое описание физических процессов»**

*(наименование дисциплины)*

**11.03.01 Радиотехника**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Радиоэлектронные системы**

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

**высшее образование – бакалавриат**

*(уровень образования)*

**бакалавр**

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

**очная**

*(форма обучения)*

**2022**

*(год набора)*

**Брянск 2022**

Рабочая программа учебной дисциплины  
«Математическое описание физических процессов»

(наименование дисциплины)

11.03.01 Радиотехника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Радиоэлектронные системы

(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)

**Разработал(и):**

профессор, д.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

Г.А. Федяева

(И.О. Фамилия)

доцент, к.т.н

(должность, ученая степень, ученое звание)

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)

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)

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 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ .....	7
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
5.1. Структура дисциплины.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
5.3. Лекции .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
5.4. Лабораторные работы .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
5.5. Практические занятия .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ...	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины ...	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем ..	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА  
ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ  
ЗДОРОВЬЯ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.. **Ошибка! Закладка не определена.**

11.1. Методические материалы для педагогических работников ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

11.2. Методические материалы для обучающихся ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .... **Ошибка! Закладка не определена.**

12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .. **Ошибка! Закладка не определена.**

12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся  
..... **Ошибка! Закладка не определена.**

12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине  
..... **Ошибка! Закладка не определена.**

12.5. Характеристика результатов обучения **Ошибка! Закладка не определена.**

12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля  
успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ... **Ошибка! Закладка не определена.**

13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

## 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 11.03.01 Радиотехника, профиль «Радиоэлектронные системы».

### 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. Спосо-	ПК-1.1. Имеет представление	особен-	состав-	навыками

<p>бен строить математические и компьютерные модели электронных приборов, схем, устройств, узлов и установок электроники и радиоэлектронных систем различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p>	<p>о методах построения математических и компьютерных моделей электронных приборов, схем, устройств, узлов и установок электроники и радиоэлектронных систем различного функционального назначения.</p> <p>ПК-1.2.Строит физические и математические модели электронных приборов, схем, устройств, узлов и установок электроники и радиоэлектронных систем различного функционального назначения.</p> <p>ПК-1.3. Имеет навыки компьютерного моделирования электронных приборов, схем, устройств, узлов и установок электроники и радиоэлектронных систем различного функционального назначения</p>	<p>ности протекания и математического описания статических и динамических физических процессов в механических и электрических системах; основные элементы и фазовые переменные электро-технических систем и связи между ними; современные тенденции в применении ЭВМ для анализа физических процессов</p>	<p>лять математическое описание статических и динамических процессов в электро-технических системах; составлять математическое описание функционирования протекания элементов электро-технических 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>10</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</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.	6	2	0	0	4
<b>Раздел 2. Визуализация анализа физических процессов</b>	<b>31</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</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.	13	3	2	2	6
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>27</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
Тема 5. Математическое описание динамических процессов в простейших механических системах. Уравнения сил и моментов, сопротивление движению. Переходные и установившиеся процессы в механических объектах.	13	3	2	2	6
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>26</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>11</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 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.	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.	8	3	1	1	3
<b>Раздел 5. Математическое описание физических процессов в электро-механических системах</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</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.	11	3	2	2	4
Тема 11. Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемым выпрямителем.	6	2	1	1	2
Тема 12. Принцип обратимости электрических машин, математическое описание статических и динамических процессов в генераторе постоянного тока независимого возбуждения.	6	2	1	1	2
<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	...	...	...	...	...	...

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.	+						
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.	+						

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-1	...	...	...	...	...	...
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.	+						
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.	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 дифференци-	3

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
ния уравнений: аналитическое решение; приближенное решение при помощи компьютера. Компьютерное моделирование. Точность и адекватность модели. Представление алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений в виде структурных схем.	альных 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.	Состав, структура и основные возможности программных комплексов (ПК) имитационного моделирования . Основы работы с библиотеками и анализа физических процессов.	4
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	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 процес-	2

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
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.	сов в простейших нелинейных электрических цепях.	
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

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
ного 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.	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.	3
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 моделирование. Точность и адекватность модели. Представление алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений в виде структурных схем.	Сравнение основных путей решения уравнений.	2
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 нели-	Математическое описание динамических процессов в неразветвленных электрических цепях, анализ переходных процессов в электрических цепях в основной библиотеке среды имитационного моделирования.	2



Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
нейные элементы и электрические цепи. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.		
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.	Математическая модель полупроводниковых вентилей в ключевом режиме	1
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. Регу-	Исследование пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов	1

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
лирование напряжения управляемым выпрямителем.		
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.	1. Математическое описание статических и динамических процессов алгебраическими и дифференциальными уравнениями 2. Аналитическое решение, приближенно решение. 3. Представление алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений в виде структурных схем.	2
Тема 4. Состав, структура и основные возможности программных комплексов (ПК) имитационного моделирования. Основы работы с библиотеками и анализа физических	1. Состав, структура и основные возможности программных комплексов (ПК) имитационного моделирования. 2. Основы работы с библиотеками и анализа физических процессов.	2

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
процессов.		
Тема 5. Математическое описание динамических процессов в простейших механических системах. Уравнения сил и моментов, сопротивление движению. Переходные и установившиеся процессы в механических объектах.	1. Математическое описание динамических процессов в простейших механических системах. Уравнения сил и моментов, сопротивление движению. 2. Переходные и установившиеся процессы в механических объектах.	2
Тема 6. Составление блок-диаграмм для расчета динамических процессов в механических системах. Колебания в механических системах, возникновение резонанса, биения.	1. Составление блок-диаграмм для расчета динамических процессов в механических системах. 2. 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.	1. Математическое описание динамических процессов в простейших электрических цепях. Аналогии математических уравнений динамических процессов в электрических и механических системах. 2. Три основных элемента технических систем. Переходные и установившиеся процессы в электрических цепях. 3. Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи. 4. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.	2
Тема 8. Упрощенное математическое описание полупроводниковых вентилей в ключевом режиме.	1. Упрощенное математическое описание полупроводниковых вентилей в ключевом режиме. Математическое описание однофазных полупроводниковых выпрямителей. Анализ влияния индуктивно-	1

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
<p>вом 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>стей на динамические процессы в выпрямителях. Сглаживание пульсаций напряжения и тока.</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>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.</p>	1
<p>Тема 10. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как электромеханическая система и его математическое описание в статических и динамических режимах работы. Статические и динамические элект-</p>	<p>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.</p>	2

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
трехмеханические характеристики. 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.	1. Математическое описание пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов. Регулирование напряжения управляемым выпрямителем.	1
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	Математическое описание сигналов. Фигуры Лиссажу. Линейные и нелинейные элементы и электрические цепи.

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
и электрические цепи. Математическое описание динамических процессов в простейших нелинейных электрических цепях.	
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
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. 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. Коле-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе.

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
бания в механических системах, возникновение резонанса, биения.	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 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.	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 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.	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 10. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как электромеханическая система и его математическое описание в статических и динамических режимах работы. Статические и динамиче-	Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену



Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
ские электромеханические характеристики. 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.	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 12. Принцип обратимости электрических машин, математическое описание статических и динамических процессов в генераторе постоянного тока независимого возбуждения.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение курсовой работы/курсового проекта. Подготовка к экзамену

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

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
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, расчетно-графической работы / курсового проекта / курсовой работы 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

ние 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 / Лабораторные работы	Групповые дискуссии. 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 экзамену
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 11.03.01 Радиотехника, профиль «Радиоэлектронные системы», 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 11.03.01 Радиотехника – 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.

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 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; помечать 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



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

<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 те-	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисци-

Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
	стов по темам 1-12).	плине.
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

Оценка	Оцениваемые параметры
	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 ответа, 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 (зачте-	Обучающийся знает теоретический и практический материал, гра-

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
но)	мотно 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 )	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)	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 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 дис-	Содержание дисциплины освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки

Оценка	Характеристика результатов обучения
циплине)	
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](http://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 педагогиче-

ского 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.