



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

Учебно-научный технологический институт  
*(наименование факультета/института)*

Кафедра «Автоматизированные технологические 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

«Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем»  
*(наименование дисциплины)*

15.03.06 Мехатроника и робототехника  
*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

Мехатроника  
*(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  
«Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем»

(наименование дисциплины)

15.03.06 Мехатроника и робототехника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Мехатроника

(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)

**Разработал(и):**

доцент, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.Г. Малаханова

(И.О. Фамилия)

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Автоматизированные технологические системы»

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

«15» февраля 2022 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

В.А. Хандожко

(И.О. Фамилия)

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

«Автоматизированные технологические системы»

(наименование выпускающей кафедры)

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Хандожко В.А.

(И.О. Фамилия)

© Малаханова А.Г., 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 .....	8
5.1. Структура дисциплины.....	8
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	10
5.3. Лекции .....	12
5.4. Лабораторные работы .....	15
5.5. Практические занятия .....	15
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	19
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	24
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	25
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	25
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	26
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	26
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	26
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	28
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 .....	30
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	30
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	31
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	32
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....	32
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	33
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	34
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине .....	35
12.5. Характеристика результатов обучения .....	35
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	36
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	36

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, профиль «Мехатроника».

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины – формирование у студентов системы знаний и понятий об основных типах полупроводниковых приборов и схем, используемых в электронике, их характеристиках, принципах действия и особенностях аналоговых, импульсных и цифровых устройств, используемых в мехатронных системах.

**Задачи** дисциплины:

- изучение компонентов электронных устройств;
- изучение принципов работы аналоговых, импульсных и цифровых устройств;
- развитие умений разрабатывать принципиальные электрические схемы аналоговых, импульсных и цифровых устройств.

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

Дисциплина входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, и реализуется на 3 курсе в 5 семестре.

Предварительно изучаются дисциплины: «Высшая математика», «Физика», «Информатика», «Основы электротехники и электроники».

Параллельно изучаются дисциплины: «Основы мехатроники и робототехники», «Промышленные роботы и робототехнологические комплексы».

Базируются на изучении дисциплины: «Основы силовой и преобразовательной техники», «Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике», «Производственная (преддипломная) практика», «Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты».

### 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	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисци-
--------------------	------------------------	--------------------------------------

компетенции		плины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-1. Способен проводить конструкторские и расчетные работы по проектированию гибких производственных систем в машиностроении	ПК-1.1.Имеет представление о методах проведения конструкторских и расчетных работ в машиностроении ПК-1.2.Способен проводить конструкторские и расчетные работы по проектированию гибких производственных систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>– элементы электрических цепей;</li> <li>– основные принципы проектирования принципиальных электрических схем;</li> <li>– схемотехнические решения основных узлов и блоков электронных устройств в микротронных и робототехнических систем;</li> <li>– принципы построения усилительных каскадов на транзисторах.</li> <li>– характеристики и об-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать принципиальные электрические схемы.</li> <li>– проектировать усилители.</li> <li>– исследовать электрические схемы;</li> <li>– рассчитывать статический режим работы биполярного транзистора по постоянному току;</li> <li>– рассчитывать динамический режим работы биполярного транзистора по переменному току;</li> <li>– рассчиты-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками проведения конструкторских работ по проектированию гибких производственных систем в машиностроении.</li> <li>– навыками проведения расчетных работ по проектированию гибких производственных систем в машиностроении.</li> </ul>

		лать приме- нения компо- нентов элек- триче- ских схем; – устрой- ство, принцип дей- ствия и основ- ные ха- рактери- стики усили- телей; – полу- провод- никовые прибо- ры. – им- пульс- ную и цифро- вую технику. – мето- ды про- ведения кон- струк- торских и рас- четных работ в маши- ностро- ении	вать компен- сацион- ный и пара- метри- ческий стабили- заторы напря- жения. – рас- считы- вать ис- точник вторич- ного элек- тропи- тания	
--	--	--	---	--

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 академических часа). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 2.

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

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C
<b>1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:</b>	<b>48</b>	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-
1.1. Лекции, час.	<b>16</b>	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
1.2. Лабораторные работы, час.	<b>0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
1.3. Практические занятия, час.	<b>32</b>	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
<b>2. Самостоятельная работа обучающихся, час.</b>	<b>60</b>	-	-	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-
<b>3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:</b>	<b>36</b>												
3.1. Экзамен, семестр		5											
3.2. Зачет, семестр		-											
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. Полупроводниковые приборы</b>	<b>52</b>	<b>6</b>	<b>–</b>	<b>16</b>	<b>30</b>



Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лек-ции	Лабо-ратор-ные ра-боты	Прак-тиче-ские за-нятия	Само-стоя-тельная работа
Тема 1. Введение. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимости. Электронно-дырочный переход. Прямое и обратное включение электронно-дырочного перехода. Полупроводниковый диод. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. Разновидности полупроводниковых диодов.	24	2	—	8	14
Тема 2. Полупроводниковый биполярный транзистор. Типы биполярных транзисторов. Внутреннее устройство биполярного транзистора. Схемы включения переходов биполярного транзистора к источнику постоянного тока. Основные схемы включения биполярного транзистора: с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. Характеристики схем. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора, включенного по схемам с общей базой, с общим эмиттером. Биполярный транзистор как активный четырехполюсник. Характеристики биполярных транзисторов в h- параметрах.	14	2	—	4	8
Тема 3. Полевые транзисторы. Типы полевых транзисторов. Полевой транзистор с управляющим p-n переходом. Схема включения, передаточные и выходные характеристики. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Схема включения, передаточные и выходные характеристики. Биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT-транзистор).	14	2	—	4	8
<b>Раздел 2. Усилители</b>	<b>38</b>	<b>6</b>	<b>—</b>	<b>10</b>	<b>20</b>

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 4. Общие сведения об усилителях. Принцип построения усилительных каскадов. Усилительные каскады на биполярном транзисторе. Усилительный каскад по схеме ОЭ, принцип действия. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Усилительный каскад по схеме общий исток, принцип действия.	20	2	–	6	10
Тема 5. Многокаскадные усилители с конденсаторной связью. Область применения. Коэффициент усиления многокаскадного усилителя. Частотные характеристики усилителя. Обратная связь (ОС) в усилителях. Виды ОС. Влияние ОС на характеристики усилителей.	4	2	–	–	2
Тема 6. Операционный усилитель (ОУ). Условное графическое обозначение. Характеристики ОУ. Коэффициент усиления ОУ. Схемы включения ОУ: инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, преобразователь тока в напряжение, инвертирующий сумматор, интегратор.	14	2	–	4	8
<b>Раздел 3. Импульсная и цифровая техника</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>–</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
Тема 7. Общие сведения об импульсной технике. Ключевой режим работы биполярных транзисторов. Основные логические функции.	8	2	–	2	4
Тема 8. Элементы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ). Базовый логический элемент транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки (ТТЛШ). Логические элементы на МОП-транзисторах. КМОП-схемы.	10	2	–	4	4
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>–</b>	<b>32</b>	<b>60</b>

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

Распределение формируемых компетенций по разделам дисциплины представлено в таблице 4.

<b>Наименование раздела (темы) дисциплины</b>	<b>Код индикатора достижения компетенции</b>									
	ПК-1.1	ПК-1.2								
<b>Раздел 1. Полупроводниковые приборы</b>	+	+								
Тема 1. Введение. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимости. Электронно-дырочный переход. Прямое и обратное включение электронно-дырочного перехода. Полупроводниковый диод. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. Разновидности полупроводниковых диодов.	+	+								
Тема 2. Полупроводниковый биполярный транзистор. Типы биполярных транзисторов. Внутреннее устройство биполярного транзистора. Схемы включения переходов биполярного транзистора к источнику постоянного тока. Основные схемы включения биполярного транзистора: с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. Характеристики схем. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора, включенного по схемам с общей базой, с общим эмиттером. Биполярный транзистор как активный четырехполюсник. Характеристики биполярных транзисторов в h- параметрах.	+	+								
Тема 3. Полевые транзисторы. Типы полевых транзисторов. Полевой транзистор с управляющим р-n переходом. Схема включения, передаточные и выходные характеристики. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Схема включения, передаточные и выходные характеристики. Би-полярный транзистор с изолированным затвором (IGBT-транзистор).	+	+								
<b>Раздел 2. Усилители</b>	+	+								
Тема 4. Общие сведения об усилителях. Принцип построения усилительных каскадов. Усилительные каскады на биполярном транзисторе. Усилительный каскад по схеме ОЭ, принцип действия. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Усилительный каскад по схеме общий исток, принцип действия.	+	+								

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код индикатора достижения компетенции										
	ПК-1.1	ПК-1.2									
Тема 5. Многокаскадные усилители с конденсаторной связью. Область применения. Коэффициент усиления многокаскадного усилителя. Частотные характеристики усилителя. Обратная связь (ОС) в усилителях. Виды ОС. Влияние ОС на характеристики усилителей.	+	+									
Тема 6. Операционный усилитель (ОУ). Условное графическое обозначение. Характеристики ОУ. Коэффициент усиления ОУ. Схемы включения ОУ: инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, преобразователь тока в напряжение, инвертирующий сумматор, интегратор.	+	+									
<b>Раздел 3. Импульсная и цифровая техника</b>	+	+									
Тема 7. Общие сведения об импульсной технике. Ключевой режим работы биполярных транзисторов. Основные логические функции.	+	+									
Тема 8. Элементы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ). Базовый логический элемент транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки (ТТЛШ). Логические элементы на МОП-транзисторах. КМОП-схемы.	+	+									

### 5.3. Лекции

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

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 1. Введение. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимости. Электронно-дырочный переход. Прямое и обратное включение электронно-дырочного	1. Введение. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимости. Электронно-дырочный переход. Прямое и обратное включение электронно-дырочного	1. Введение. 2. Электрический ток в полупроводниках. 3. Собственная и примесная проводимости. 4. Электронно-дырочный переход. 5. Прямое и обратное включение электронно-дырочного перехода.	1

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
перехода. Полупроводниковый диод. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. Разновидности полупроводниковых диодов.	перехода. 2. Полупроводниковый диод. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. Разновидности полупроводниковых диодов.	1 Полупроводниковый диод. 2. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. 3. Разновидности полупроводниковых диодов.	1
Тема 2. Полупроводниковый биполярный транзистор. Типы биполярных транзисторов. Внутреннее устройство биполярного транзистора. Схемы включения переходов биполярного транзистора к источнику постоянного тока. Основные схемы включения биполярного транзистора: с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. Характеристики схем. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора, включенного по схемам с общей базой, с общим эмиттером. Биполярный транзистор как активный четырехполюсник. Характеристики биполярных транзисторов в h-параметрах.	3. Полупроводниковый биполярный транзистор. Типы биполярных транзисторов. Внутреннее устройство биполярного транзистора. Схемы включения переходов биполярного транзистора к источнику постоянного тока. 4. Основные схемы включения биполярного транзистора: с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. Характеристики схем. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора, включенного по схемам с общей базой, с общим эмиттером. Биполярный транзистор как активный четырехполюсник. Характеристики биполярных транзисторов в h-параметрах.	1. Полупроводниковый биполярный транзистор. 2. Типы биполярных транзисторов. 3. Внутреннее устройство биполярного транзистора. 4. Схемы включения переходов биполярного транзистора к источнику постоянного тока.  1. Основные схемы включения биполярного транзистора: с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. 2. Характеристики схем. 3. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора, включенного по схемам с общей базой, с общим эмиттером. 4. Биполярный транзистор как активный четырехполюсник. 5. Характеристики биполярных транзисторов в h-параметрах.	1  1
Тема 3. Полевые транзисторы. Типы полевых транзисторов. Полевой транзистор с управляющим p-n переходом. Схема включения, передаточные и вы-	5. Полевые транзисторы. Типы полевых транзисторов. Полевой транзистор с управляющим p-n переходом. Схема включения, передаточные и выходные	1. Полевые транзисторы. 2. Типы полевых транзисторов. 3. Полевой транзистор с управляющим p-n переходом. 4. Схема включения, передаточные и выходные характеристики.	1

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
ходные характеристики. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Схема включения, передаточные и выходные характеристики. Биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT-транзистор).	характеристики.		
	6. Полевые транзисторы. Типы полевых транзисторов. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Схема включения, передаточные и выходные характеристики.	1. Полевые транзисторы. 2. Типы полевых транзисторов. 3. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. 4. Схема включения, передаточные и выходные характеристики.	1
Тема 4. Общие сведения об усилителях. Принцип построения усилительных каскадов. Усилительные каскады на биполярном транзисторе. Усилительный каскад по схеме ОЭ, принцип действия.	7. Общие сведения об усилителях. Принцип построения усилительных каскадов. Усилительные каскады на биполярном транзисторе. Усилительный каскад по схеме ОЭ, принцип действия.	1. Общие сведения об усилителях. 2. Принцип построения усилительных каскадов. 3. Усилительные каскады на биполярном транзисторе. 4. Усилительный каскад по схеме ОЭ, принцип действия.	1
Усилительные каскады на полевых транзисторах. Усилительный каскад по схеме общий исток, принцип действия.	8. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Усилительный каскад по схеме общий исток, принцип действия.	1. Усилительные каскады на полевых транзисторах. 2. Усилительный каскад по схеме общий исток, принцип действия.	1
Тема 5. Многокаскадные усилители с конденсаторной связью. Область применения. Коэффициент усиления многокаскадного усилителя. Частотные характеристики усилителя. Обратная связь (ОС) в усилителях. Виды ОС. Влияние ОС на характеристики усилителей.	9. Многокаскадные усилители с конденсаторной связью. Область применения. Коэффициент усиления многокаскадного усилителя.	1. Многокаскадные усилители с конденсаторной связью. 2. Область применения. 3. Коэффициент усиления многокаскадного усилителя.	1
	10. Частотные характеристики усилителя. Обратная связь (ОС) в усилителях. Виды ОС. Влияние ОС на характеристики усилителей.	1. Частотные характеристики усилителя. 2. Обратная связь в усилителях. 3. Виды ОС. 4. Влияние ОС на характеристики усилителей.	1
Тема 6. Операционный усилитель (ОУ). Условное графическое обозначение. Характеристики ОУ. Коэффициент уси-	11. Операционный усилитель (ОУ). Условное графическое обозначение. Характеристики ОУ. Коэффициент уси-	1. Операционные усилители. 2. Условное графическое обозначение ОУ. 3. Характеристики ОУ. 4. Коэффициент усиления ОУ.	1

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
ления ОУ. Схемы включения ОУ: инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, преобразователь тока в напряжение, инвертирующий сумматор, интегратор.	12. Схемы включения ОУ: инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, преобразователь тока в напряжение, инвертирующий сумматор, интегратор.	1. Инвертирующий усилитель. 2. Неинвертирующий усилитель. 3. Преобразователь тока в напряжение. 4. Инвертирующий сумматор. 5. Неинвертирующий сумматор. 6. Интегратор.	1
Тема 7. Общие сведения об импульсной технике. Ключевой режим работы биполярных транзисторов. Основные логические функции.	13. Общие сведения об импульсной технике. Ключевой режим работы биполярных транзисторов.	1. Общие сведения об импульсной технике. 2. Ключевой режим работы биполярных транзисторов.	1
	14. Основные логические функции.	1. Основные логические функции.	1
Тема 8. Элементы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ). Базовый логический элемент транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки (ТТЛШ). Логические элементы на МОП-транзисторах. КМОП-схемы.	15. Элементы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ). Базовый логический элемент транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки (ТТЛШ).	1. Элементы транзисторно-транзисторной логики. 2. Базовый логический элемент транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки.	1
	16. Логические элементы на МОП-транзисторах. КМОП-схемы.	1. Логические элементы на МОП-транзисторах. 2. КМОП-схемы.	1
<b>Итого</b>	–	–	<b>16</b>

#### 5.4. Лабораторные работы

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

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

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

#### 5.5. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

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

Таблица 7 – Тематика и содержание практических занятий

Наименование темы дисциплины	Тема практическо- го занятия	Содержание практического занятия	Трудоем- кость, час.
Тема 1. Введение. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимости. Электронно-дырочный переход. Прямое и обратное включение электронно-дырочного перехода. Полупроводниковый диод. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. Разновидности полупроводниковых диодов.	1. Работа с полупроводниковыми приборами.	1. Расчет электрических схем, содержащих диоды. 2. Определение выходного напряжения схем.	4
	2. Исследование полупроводникового диода	1. Моделирование работы диодов. 2. Получение вольт-амперных характеристик диодов.	4



Наименование темы дисциплины	Тема практическо- го занятия	Содержание практического занятия	Трудоем- кость, час.
<p>Тема 2. Полупроводниковый биполярный транзистор. Типы биполярных транзисторов. Внутреннее устройство биполярного транзистора. Схемы включения переходов биполярного транзистора к источнику постоянного тока. Основные схемы включения биполярного транзистора: с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. Характеристики схем. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора, включенного по схемам с общей базой, с общим эмиттером. Биполярный транзистор как активный четырехполюсник. Характеристики биполярных транзисторов в h-параметрах.</p>	<p>3. Исследование биполярного транзистора</p>	<p>1. Моделирование работы биполярного транзистора. 2. Получение входных и выходных вольт-амперных характеристик биполярного транзистора.</p>	<p>4</p>
<p>Тема 3. Полевые транзисторы. Типы полевых транзисторов. Полевой транзистор с управляющим р-n переходом. Схема включения, передаточные и выходные характеристики. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Схема включения, передаточные и выходные характеристики. Биполяр-</p>	<p>4. Исследование полевого транзистора</p>	<p>1. Моделирование работы полевого транзистора. 2. Получение передаточной и выходных вольт-амперных характеристик полевого транзистора.</p>	<p>4</p>

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
ный транзистор с изолированным затвором (IGBT-транзистор).			
Тема 4. Общие сведения об усилителях. Принцип построения усилительных каскадов. Усилительные каскады на биполярном транзисторе. Усилительный каскад по схеме ОЭ, принцип действия. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Усилительный каскад по схеме общий исток, принцип действия.	5. Расчет статического режима работы биполярного транзистора по постоянному току	1. Выбор транзистора и элементной базы. 2. Определение постоянных токов и напряжений на выводах транзисторов, а также потребляемой мощности. 3. Определить номинальные значения сопротивлений резисторов. 4. Определение коэффициента температурной неустойчивости. 5. Определение приращения коллекторного тока при изменении температуры.	4
	6. Расчет динамического режима работы биполярного транзистора по переменному току	1. Определение $h$ -параметров транзистора. 2. Определение усилительных характеристик и параметров схемы усилителя.	2
Тема 5. Многокаскадные усилители с конденсаторной связью. Область применения. Коэффициент усиления многокаскадного усилителя. Частотные характеристики усилителя. Обратная связь (ОС) в усилителях. Виды ОС. Влияние ОС на характеристики усилителей.			
Тема 6. Операционный усилитель (ОУ). Условное графическое обозначение. Характеристики ОУ. Коэффициент усиления ОУ. Схемы включе-	7. Расчет схем усилительного каскада на операционных усилителях	1. Расчет схем усилительного каскада на инвертирующих операционных усилителях. 2. Расчет схем усилительного каскада на неинвертирующих операционных усилителях.	2

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
ния ОУ: инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, преобразователь тока в напряжение, инвертирующий сумматор, интегратор.	8. Исследование аналоговых электронных устройств	1. Изучение схем, построенных на операционных усилителях.	2
Тема 7. Общие сведения об импульсной технике. Ключевой режим работы биполярных транзисторов. Основные логические функции.	9. Разработка принципиальной электрической схемы цифрового логического устройства	1. По логической функции разрабатывается принципиальная электрическая схема. 2. Получение временных диаграмм работы цифрового логического устройства. 3. Составление таблицы истинности цифрового логического устройства.	2
Тема 8. Элементы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ). Базовый логический элемент транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки (ТТЛШ). Логические элементы на МОП-транзисторах. КМОП-схемы.	10. Реализация логической функции на базе типовых транзисторных структур ТТЛ	1. Исследование логического элемента И-НЕ ТТЛ. 2. Исследование логического элемента ИЛИ-НЕ ТТЛ. 3. Исследование логического элемента НЕ ТТЛ.	2
	11. Реализация логической функции на базе типовых транзисторных структур КМОП-логики	1. Исследование логического элемента И-НЕ КМОП. 2. Исследование логического элемента ИЛИ-НЕ КМОП. 3. Исследование логического элемента НЕ КМОП.	2
Итого	—	—	32

## 5.6. Самостоятельная работа обучающихся

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

Таблица 8 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Тема 1. Введение. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимости. Электронно-дырочный переход. Прямое и обратное включение электронно-дырочного перехода. Полупроводниковый ди-	1. Примеры использования диодов. 2. Стабилитроны.

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
од. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. Разновидности полупроводниковых диодов.	
Тема 2. Полупроводниковый биполярный транзистор. Типы биполярных транзисторов. Внутреннее устройство биполярного транзистора. Схемы включения переходов биполярного транзистора к источнику постоянного тока. Основные схемы включения биполярного транзистора: с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. Характеристики схем. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора, включенного по схемам с общей базой, с общим эмиттером. Биполярный транзистор как активный четырехполюсник. Характеристики биполярных транзисторов в $h$ - параметрах.	1. Электронные схемы в состав которых входит биполярный транзистор. 2. Эмиттерный повторитель.
Тема 3. Полевые транзисторы. Типы полевых транзисторов. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Схема включения, передаточные и выходные характеристики. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Схема включения, передаточные и выходные характеристики. Биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT-транзистор).	1. Электронные схемы в состав которых входит полевой транзистор.
Тема 4. Общие сведения об усилителях. Принцип построения усилительных каскадов. Усилительные каскады на биполярном	1. Усилительный каскад с общим коллектором. 2. Усилительный каскад с общим стоком.

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
<p>транзисторе. Усилительный каскад по схеме ОЭ, принцип действия.</p> <p>Усилительные каскады на полевых транзисторах.</p> <p>Усилительный каскад по схеме общий исток, принцип действия.</p>	
<p>Тема 5. Многокаскадные усилители с конденсаторной связью. Область применения. Коэффициент усиления многокаскадного усилителя. Частотные характеристики усилителя. Обратная связь (ОС) в усилителях. Виды ОС. Влияние ОС на характеристики усилителей.</p>	<p>1. Примеры использования многокаскадных усилителей.</p>
<p>Тема 6. Операционный усилитель (ОУ). Условное графическое обозначение. Характеристики ОУ. Коэффициент усиления ОУ. Схемы включения ОУ: инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, преобразователь тока в напряжение, инвертирующий сумматор, интегратор.</p>	<p>1. Схемы, построенные на операционных усилителях.</p>
<p>Тема 7. Общие сведения об импульсной технике. Ключевой режим работы биполярных транзисторов. Основные логические функции.</p>	<p>1. Импульсный режим работы операционных усилителей.</p>
<p>Тема 8. Элементы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ). Базовый логический элемент транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки (ТТЛШ). Логические элементы на МОП-транзисторах. КМОП-схемы.</p>	<p>Логические уровни напряжения, входной и выходной токи.</p>

В процессе самостоятельной работы обучающиеся должны принимать решение по рассматриваемой проблеме с минимальным участием педагогиче-

ского 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. Введение. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимости. Электронно-дырочный переход. Прямое и обратное включение электронно-дырочного перехода. Полупроводниковый диод. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. Разновидности полупроводниковых диодов.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 2. Полупроводниковый биполярный транзистор. Типы биполярных транзисторов. Внутреннее устройство биполярного транзистора. Схемы включения переходов биполярного транзистора к источнику постоянного тока. Основные схемы включения биполярного транзистора: с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. Характеристики схем. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора, включенного по схемам с общей базой, с общим эмиттером. Биполярный транзистор как активный четырехполюсник. Характеристики биполярных транзисторов в $h$ - параметрах.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 3. Полевые транзи-	Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала.

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
<p>сторы. Типы полевых транзисторов. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Схема включения, передаточные и выходные характеристики. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Схема включения, передаточные и выходные характеристики. Биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT-транзистор).</p>	<p>Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации</p>
<p>Тема 4. Общие сведения об усилителях. Принцип построения усилительных каскадов. Усилительные каскады на биполярном транзисторе. Усилительный каскад по схеме ОЭ, принцип действия. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Усилительный каскад по схеме общий исток, принцип действия.</p>	<p>Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации</p>
<p>Тема 5. Многокаскадные усилители с конденсаторной связью. Область применения. Коэффициент усиления многокаскадного усилителя. Частотные характеристики усилителя. Обратная связь (ОС) в усилителях. Виды ОС. Влияние ОС на характеристики усилителей.</p>	<p>Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации</p>
<p>Тема 6. Операционный усилитель (ОУ). Условное графическое обозначение. Характеристики ОУ. Коэффициент усиления ОУ. Схемы включения ОУ: инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, преобразователь тока в напряжение, инвертирующий сумматор, интегратор.</p>	<p>Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации</p>

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
Тема 7. Общие сведения об импульсной технике. Ключевой режим работы биполярных транзисторов. Основные логические функции.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 8. Элементы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ). Базовый логический элемент транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки (ТТЛШ). Логические элементы на МОП-транзисторах. КМОП-схемы.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации

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

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

Таблица 10 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

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

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



## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

Таблица 11 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

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

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

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

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем – автор Малаханова А.Г. для обучающихся по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, профиль «Мехатроника», 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. Малаханова, А.Г. Исследование полупроводникового диода : методические указания к выполнению практической работы для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника. – Брянск: БГТУ, 2020. – 8с.

2. Малаханова, А.Г. Исследование биполярного транзистора : методические указания к выполнению практической работы для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» – Брянск: БГТУ, 2020. – 11 с.

3. Малаханова, А.Г. Исследование полевого транзистора : методические указания к выполнению практической работы для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» – Брянск: БГТУ, 2020. – 16 с.

4. Малаханова, А.Г. Исследование интегральных микросхем : методические указания к выполнению практической работы для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» – Брянск: БГТУ, 2020. – 10 с.

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

#### ***а) основная литература***

1. Максина, Е. Л. Электроника : учебное пособие / Е. Л. Максина. — 2-е изд. — Саратов : Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1823-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/81069.html>

2. Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств / Г. И. Волович. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2020. — 634 с. — ISBN 978-5-4488-0123-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91747.html>

3. Свиридов, В. П. Основы схемотехники электронных устройств : лабораторный практикум / В. П. Свиридов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 120 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111637.html>

4. Ульрих, Титце Полупроводниковая схемотехника. Т.I / Титце Ульрих, Шенк Кристоф ; перевод Г. С. Карабашев. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 826 с. — ISBN 978-5-4488-0052-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88003.html>

5. Ульрих, Титце Полупроводниковая схемотехника. Т.II / Титце Ульрих, Шенк Кристоф ; перевод Г. С. Карабашев. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 940 с. — ISBN 978-5-4488-0059-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88004.html>

6. Амелина, М. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 : учебное пособие для вузов / М. А. Амелина, С. А. Амелин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 632 с. — ISBN 978-5-8114-6995-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153923>.

7. Шустов, М. А. Цифровая схемотехника. Основы построения / М. А. Шустов. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2018. — 320 с. — ISBN 978-5-94387-875-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109408>.

8. Муханин, Л. Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие / Л. Г. Муханин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 284 с. — ISBN 978-5-8114-0843-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111201>.

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

1. Полупроводниковая электроника / Рябчицкий пер., С. В. Турецкий, О. Н. Ермаков. — Саратов : Профобразование, 2017. — 592 с. — ISBN 978-5-4488-0048-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64060.html>.

2. Суханова, Н. В. Основы электроники и цифровой схемотехники : учебное пособие / Н. В. Суханова ; под редакцией В. С. Кудряшов. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 96 с. — ISBN 978-5-00032-226-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70815.html>.

## **в) справочная литература**

### **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). Программа схемотехнического моделирования устройств электроники MicroCap – <http://www.spectrum-soft.com/index.shtml>.

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

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

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

ностями 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, прочесть 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.

**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 экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, консультации преподавателя и др.

## 11.2. Методические материалы для обучающихся

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

Таблица 12 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

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

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
	<p>полнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии. Над конспектами лекций надо работать систематически: первый просмотр рекомендуется сделать вечером того же дня, когда была прочитана лекция, затем просмотреть через 3-4 дня, и сделать это еще раз накануне практического занятия.</p>
Практические занятия	<p>Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.</p>
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	<p>Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.</p>

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

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

Таблица 13 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
ПК-1.1.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-8). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-8)	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине
ПК-1.2.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-8). 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 1-8).	плине

## 12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости

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

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

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

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

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

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

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

Оценка	Оцениваемые параметры
«отлично»	Теоретический вопрос раскрыт полностью без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. На защите ответ обучающегося полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«хорошо»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточно высоком уровне без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно.

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

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

### 12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

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

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий (зачтено / «отлично»)	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, уверенно это демонстрирует в ходе промежуточной аттестации. Исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Повышенный (зачтено / «хорошо»)	Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Базовый (зачтено / «удовлетворительно»)	Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.
Низкий (не зачтено / «неудовлетворительно»)	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.

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

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

#### 12.5. Характеристика результатов обучения

Характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

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

Оценка	Характеристика результатов обучения
тенций в дисциплине)	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 «Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем», 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 «Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем».

## 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, гражданской ответственности, 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.