



**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

«26» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

«Методы анализа и расчета электронных схем »

(наименование дисциплины)

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Промышленная электроника и микропроцессорная техника

(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)

высшее образование – магистратура

(уровень образования)

магистр

(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)

очная

(форма обучения)

2024

(год набора)

Брянск 2024

Рабочая программа учебной дисциплины
«Методы анализа и расчета электронных схем»

(наименование дисциплины)

11.04.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Промышленная электроника и микропроцессорная техника

(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)

Разработал(и):

Доцент, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Малаханов

(И.О. Фамилия)

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

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

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

«7» марта 2024 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Малаханов

(И.О. Фамилия)

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой

«Электронные, радиоэлектронные и электротехнические системы»

(наименование выпускающей кафедры)

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Малаханов А.А.

(И.О. Фамилия)

© Малаханов А.А. 2024

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ	7
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	9
5.3. Лекции	11
5.4. Лабораторные работы	12
5.5. Практические занятия	13
5.6. Самостоятельная работа обучающихся	14
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	16
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	17
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	18
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся	18
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	18
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины	20
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	21

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	22
11.1. Методические материалы для педагогических работников	22
11.2. Методические материалы для обучающихся	24
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	26
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины	26
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости	26
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся	28
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине	30
12.5. Характеристика результатов обучения	31
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	31
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА	31

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Методы анализа и расчета электронных схем» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль «Промышленная электроника и микропроцессорная техника».

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – освоение студентами теоретических принципов и прикладных аспектов различных видов анализа и расчета электронных схем.

Задачи дисциплины:

- анализ и расчет электронных схем в процессе схемотехнического проектирования,
- формирование и реализация математических моделей электронных схем топологическими методами;
- анализ электронных схем во временной и частотной областях.
- специализированные методы анализа дискретных электронных схем

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС

Дисциплина входит в обязательную часть учебного плана и реализуется на 1 курсе(-ах) в 1 семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины бакалавриата: «Электроника», «Схемотехника», «Основы преобразовательной техники», «Электронные промышленные устройства» и др.

Параллельно изучаются дисциплины: «Методы математического моделирования», «Актуальные проблемы современной электроники», «Теория нелинейных САУ», «Методы и средства цифровой обработки сигналов».

Базируются на изучении дисциплины: «Динамика полупроводниковых преобразователей электроэнергии», «Современные электропреобразовательные системы».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ОПК-2, ОПК-4, 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
ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Применяет методы синтеза и исследования физических и математических моделей. ОПК-2.2 Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования. ОПК-2.3. Владеет навыками представления и аргументированной защиты результатов работы.	существующие методы анализа, синтеза и расчета электронных схем; схемы замещения и математическое представление основных элементов электроники и электротехники; принципы перехода от электронной схемы к математической модели;	разрабатывать и применять эффективные алгоритмы решения задач анализа, расчета и оптимизации электронных схем;	навыками представления и аргументированной защиты результатов расчета и анализа электронных схем
ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК-4.1. Владеет методами расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронных средств с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств. ОПК-4.2. Выбирает наиболее оптимальные прикладные программные пакеты для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности. ОПК-4.3. Владеет современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и электронных устройств различного функционального назначения.	Существующие методы анализа и расчета, электронных схем и их применение с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	строить математические модели электронных устройств, выбирая необходимый уровень полноты; выбрать наиболее оптимальный прикладной программный продукт для решения задач анализа и расчета электронных схем	навыками использования языков программирования и программной реализацией методов анализа и расчета электронных схем; навыками всестороннего анализа работы электронных систем в специализированных пакетах САПР

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

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

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

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	А	В	С
1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:	48	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1. Лекции, час.	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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													
2. Самостоятельная работа обучающихся, час.	87	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:													
3.1. Экзамен, семестр	45	1											
3.2. Зачет, семестр		-											
3.3. Зачет с оценкой, семестр		-											
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр		-											
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр		1											
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр		-											
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр		-											
Общая трудоемкость (5 з.е.)	180	180											

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Раздел 1. Общие положения анализа, расчета и оптимизации электронных схем	4	2			2

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 1. Задачи проектирования электронных схем. Общие вопросы математического моделирования. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей.	4	2			2
Раздел 2. Характеристики и модели электронных схем	36	5	4	4	23
Тема 2. Математическое описание электронных схем. Линейные схемы. Линейные параметрические схемы. Нелинейные схемы. Нелинейные параметрические схемы. Топологические модели электронных схем.	21	1	4	2	14
Тема 3. Модели компонентов схем промышленной электроники. Макромодели. Аппроксимация характеристик приборов и устройств. Характеристика непрерывных моделей и моделей в базисе коммутационно-разрывных функций.	5			2	3
Тема 4. Модели диода, ключевого элемента, нелинейной индуктивности, дроселя в базисе КРФ. Модели трансформаторов.	5	2			3
Тема 5. Модели преобразовательных ячеек (выпрямителя, инвертора и др.). Модели импульсных преобразователей напряжения.	5	2			3
Раздел 3. Анализ электронных схем во временной области	28	2	4	4	18
Тема 6. Задачи анализа электронных схем во временной области. Табличный метод формирования уравнений математической модели электрической цепи. Топологические методы узловых потенциалов и контурных токов.	4			2	2
Тема 7. Моделирование электронной схемы методом переменных состояния. Задачи и особенности анализа статических режимов электронных схем. Моделирование переходных процессов. Обзор методов расчета переходных характеристик.	12		2	2	8
Тема 8. Расчет переходных процессов численными (квазианалитическими), методами с использованием стандартных подпрограмм. Численно-аналитические методы расчета. Точность и устойчивость явных и неявных методов численного интегрирования.	12	2	2		8
Раздел 4. Анализ электронных схем в частотной области	17	1	4		12
Тема 9. Задачи частотного анализа и обзор методов расчета электронных схем в частотной области. Формирование системы уравнений математической модели электронной схемы в частотной области.	17	1	4		12

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Раздел 5. Методы расчета и анализа выходных параметров схем	17	1		4	12
Тема 10. Расчет выходных параметров схем. Задачи учета влияния разброса параметров. Анализ чувствительности электронной схемы. Методы коэффициентов чувствительности. Метод расчета на наихудший случай. Статистический анализ. Статистические методы учета разброса параметров.	17	1		4	12
Раздел 6. Основы анализа переключаемых (импульсных) схем	24	2	4	2	16
Тема 11. Особенности анализа импульсных схем. Математическая модель замкнутой системы автоматического управления импульсным преобразователем в базисе коммутационных разрывных функций. Метод пространства состояний для импульсных схем. Метод усредненных переменных состояния. Метод припасовывания. Анализ установившегося режима переходных процессов и устойчивости.	24	2	4	2	16
Раздел 7. Основы схемотехнического расчета при параметрической оптимизации электронных устройств	4	2			2
Тема 12. Особенности задач технической оптимизации. Общие сведения о критериях оптимальности. Формальные и обобщенные критерии оптимальности. Максимальные (минимаксные критерии оптимальности). Статистические критерии. Методы непрерывной параметрической оптимизации. Основы дискретной оптимизации.	4	2			2
Раздел 8. Применение программного обеспечения для анализа и расчета электронных схем	5	1		2	2
Тема 13. Основные достоинства и недостатки САПР автоматизированного анализа и расчета. Варианты разработки индивидуальных программ для целей анализа и расчета импульсных систем.	5	1		2	2
Итого	135	16	16	16	87

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						
	ОПК-2	ОПК-4

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции					
	ОПК-2	ОПК-4
Раздел 1. Общие положения анализа, расчета и оптимизации электронных схем	+	+				
Тема 1. Задачи проектирования электронных схем. Общие вопросы математического моделирования. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей.	+	+				
Раздел 2. Характеристики и модели электронных схем	+	+				
Тема 2. Математическое описание электронных схем. Линейные схемы. Линейные параметрические схемы. Нелинейные схемы. Нелинейные параметрические схемы. Топологические модели электронных схем.	+	+				
Тема 3. Модели компонентов схем промышленной электроники. Макромодели. Аппроксимация характеристик приборов и устройств. Характеристика непрерывных моделей и моделей в базе коммутационно-разрывных функций.	+	+				
Тема 4. Модели диода, ключевого элемента, нелинейной индуктивности, дросселя в базе КРФ. Модели трансформаторов.	+	+				
Тема 5. Модели преобразовательных ячеек (выпрямителя, инвертора и др.). Модели импульсных преобразователей напряжения.	+	+				
Раздел 3. Анализ электронных схем во временной области	+	+				
Тема 6. Задачи анализа электронных схем во временной области. Табличный метод формирования уравнений математической модели электрической цепи. Топологические методы узловых потенциалов и контурных токов.	+	+				
Тема 7. Моделирование электронной схемы методом переменных состояния. Задачи и особенности анализа статических режимов электронных схем. Моделирование переходных процессов. Обзор методов расчета переходных характеристик.	+	+				
Тема 8. Расчет переходных процессов численными (квазианалитическими), методами с использованием стандартных подпрограмм. Численно-аналитические методы расчета. Точность и устойчивость явных и неявных методов численного интегрирования.	+	+				
Раздел 4. Анализ электронных схем в частотной области	+	+				
Тема 9. Задачи частотного анализа и обзор методов расчета электронных схем в частотной области. Формирование системы уравнений математической модели электронной схемы в частотной области.	+	+				
Раздел 5. Методы расчета и анализа выходных параметров схем	+	+				
Тема 10. Расчет выходных параметров схем. Задачи учета влияния разброса параметров. Анализ чувствительности электронной схемы. Методы коэффициентов чувствительности. Метод расчета на наихудший случай. Статистический анализ. Статистические методы учета разброса параметров.	+	+				
Раздел 6. Основы анализа переключаемых (импульсных) схем	+	+				
Тема 11. Особенности анализа импульсных схем. Математическая модель замкнутой системы автоматического управления импульсным преобразователем в базе коммутационных разрывных функций. Метод пространства состояния для импульсных схем. Метод усредненных переменных состояния. Метод припасовывания. Анализ установившегося режима переходных процессов и устойчивости.	+	+				
Раздел 7. Основы схемотехнического расчета при параметрической оптимизации электронных устройств	+	+				

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции					
	ОПК-2	ОПК-4
Тема 12. Особенности задач технической оптимизации. Общие сведения о критериях оптимальности. Формальные и обобщенные критерии оптимальности. Максиминные (минимаксные критерии оптимальности). Статистические критерии. Методы непрерывной параметрической оптимизации. Основы дискретной оптимизации.	+	+				
Раздел 8. Применение программного обеспечения для анализа и расчета электронных схем	+	+				
Тема 13. Основные достоинства и недостатки САПР автоматизированного анализа и расчета. Варианты разработки индивидуальных программ для целей анализа и расчета импульсных систем.	+	+				

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. Задачи проектирования электронных схем. Общие вопросы математического моделирования. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей.	Задачи проектирования электронных схем. Общие вопросы математического моделирования. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей.	2
Тема 2. Математическое описание электронных схем. Линейные схемы. Линейные параметрические схемы. Нелинейные схемы. Нелинейные параметрические схемы. Топологические модели электронных схем.	Математическое описание электронных схем. Линейные схемы. Линейные параметрические схемы. Нелинейные схемы. Нелинейные параметрические схемы. Топологические модели электронных схем.	1
Тема 4. Модели диода, ключевого элемента, нелинейной индуктивности, дросселя в базисе КРФ. Модели трансформаторов.	Модели диода, ключевого элемента, нелинейной индуктивности, дросселя в базисе КРФ. Модели трансформаторов.	2
Тема 5. Модели преобразовательных ячеек (выпрямителя, инвертора и др.). Модели импульсных преобразователей напряжения.	Модели преобразовательных ячеек (выпрямителя, инвертора и др.). Модели импульсных преобразователей напряжения.	2
Тема 8. Расчет переходных процессов численными (квазианалитическими), методами с использованием стандартных подпрограмм. Численно-аналитические методы расчета. Точность и устойчивость явных и неявных методов численного интегрирования.	Расчет переходных процессов численными (квазианалитическими), методами с использованием стандартных подпрограмм. Численно-аналитические методы расчета. Точность и устойчивость явных и неявных методов численного интегрирования.	2
Тема 9. Задачи частотного анализа и обзор методов расчета электронных схем в частотной области. Формирование системы уравнений математической модели электронной схемы в частотной области.	Задачи частотного анализа и обзор методов расчета электронных схем в частотной области. Формирование системы уравнений математической модели электронной схемы в частотной области.	1

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 10. Расчет выходных параметров схем. Задачи учета влияния разброса параметров. Анализ чувствительности электронной схемы. Методы коэффициентов чувствительности. Метод расчета на наихудший случай. Статистический анализ. Статистические методы учета разброса параметров.	Расчет выходных параметров схем. Задачи учета влияния разброса параметров. Анализ чувствительности электронной схемы. Методы коэффициентов чувствительности. Метод расчета на наихудший случай. Статистический анализ. Статистические методы учета разброса параметров.	1
Тема 11. Особенности анализа импульсных схем. Математическая модель замкнутой системы автоматического управления импульсным преобразователем в базисе коммутационных разрывных функций. Метод пространства состояния для импульсных схем. Метод усредненных переменных состояния. Метод припасовывания. Анализ установившегося режима переходных процессов и устойчивости.	Особенности анализа импульсных схем. Математическая модель замкнутой системы автоматического управления импульсным преобразователем в базисе коммутационных разрывных функций.	2
Тема 12. Особенности задач технической оптимизации. Общие сведения о критериях оптимальности. Формальные и обобщенные критерии оптимальности. Максиминные (минимаксные критерии оптимальности). Статистические критерии. Методы непрерывной параметрической оптимизации. Основы дискретной оптимизации.	Особенности задач технической оптимизации. Общие сведения о критериях оптимальности. Формальные и обобщенные критерии оптимальности. Максиминные (минимаксные критерии оптимальности). Статистические критерии. Методы непрерывной параметрической оптимизации. Основы дискретной оптимизации.	2
Тема 13. Основные достоинства и недостатки САПР автоматизированного анализа и расчета. Варианты разработки индивидуальных программ для целей анализа и расчета импульсных систем.	Основные достоинства и недостатки САПР автоматизированного анализа и расчета	1
Итого		16

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 2. Математическое описание электронных схем. Линейные схемы. Линейные параметрические схемы. Нелинейные схемы. Нелинейные параметрические схемы. Топологические модели электронных схем.	Анализ электронных схем методом переменных состояния	4
Тема 7. Моделирование электронной схемы методом переменных состояния. Задачи и особенности анализа статических режимов электронных схем. Моделирование переходных процессов. Обзор методов расчета переходных характеристик.	Изучение методов формирования на ЭВМ топологических уравнений электронных схем	2
Тема 8. Расчет переходных процессов численными (квазианалитическими), методами с использованием стандартных подпрограмм. Численно-аналитические методы расчета. Точность и устойчивость явных и неявных методов численного интегрирования.	Изучение методов формирования на ЭВМ топологических уравнений электронных схем	2

Тема 9. Задачи частотного анализа и обзор методов расчета электронных схем в частотной области. Формирование системы уравнений математической модели электронной схемы в частотной области.	Анализ и расчет схем транзисторных усилительных каскадов и схем на операционных усилителях	4
Тема 11. Особенности анализа импульсных схем. Математическая модель замкнутой системы автоматического управления импульсным преобразователем в базисе коммутационных разрывных функций. Метод пространства состояния для импульсных схем. Метод усредненных переменных состояния. Метод припасовывания. Анализ установившегося режима переходных процессов и устойчивости.	Анализ и расчет схем импульсных преобразователей напряжения	4
Итого		16

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 2. Математическое описание электронных схем. Линейные схемы. Линейные параметрические схемы. Нелинейные схемы. Нелинейные параметрические схемы. Топологические модели электронных схем.	Топологические модели электронных схем.	2
Тема 3. Модели компонентов схем промышленной электроники. Макромодели. Аппроксимация характеристик приборов и устройств. Характеристика непрерывных моделей и моделей в базисе коммутационно-разрывных функций.	Аппроксимация характеристик приборов и устройств.	2
Тема 6. Задачи анализа электронных схем во временной области. Табличный метод формирования уравнений математической модели электрической цепи. Топологические методы узловых потенциалов и контурных токов.	Табличный метод формирования уравнений математической модели электрической цепи. Топологические методы узловых потенциалов и контурных токов.	2
Тема 7. Моделирование электронной схемы методом переменных состояния. Задачи и особенности анализа статических режимов электронных схем. Моделирование переходных процессов. Обзор методов расчета переходных характеристик.	Задачи и особенности анализа статических режимов электронных схем. Моделирование переходных процессов	2
Тема 10. Расчет выходных параметров схем. Задачи учета влияния разброса параметров. Анализ чувствительности электронной схемы. Методы коэффициентов чувствительности. Метод расчета на наихудший случай. Статистический анализ. Статистические методы учета разброса параметров.	Расчет выходных параметров схем. Задачи учета влияния разброса параметров. Анализ чувствительности электронной схемы. Методы коэффициентов чувствительности. Метод расчета на наихудший случай. Статистический анализ. Статистические методы учета разброса параметров.	4

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Тема 11. Особенности анализа импульсных схем. Математическая модель замкнутой системы автоматического управления импульсным преобразователем в базе коммутационных разрывных функций. Метод пространства состояния для импульсных схем. Метод усредненных переменных состояния. Метод припасовывания. Анализ установившегося режима переходных процессов и устойчивости.	Метод пространства состояния для импульсных схем. Метод усредненных переменных состояния. Метод припасовывания. Анализ установившегося режима переходных процессов и устойчивости.	2
Тема 13. Основные достоинства и недостатки САПР автоматизированного анализа и расчета. Варианты разработки индивидуальных программ для целей анализа и расчета импульсных систем.	Варианты разработки индивидуальных программ для целей анализа и расчета импульсных систем.	2
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 3. Модели компонентов схем промышленной электроники. Макромодели. Аппроксимация характеристик приборов и устройств. Характеристика непрерывных моделей и моделей в базе коммутационно-разрывных функций.	Макромодели интегральных микросхем. Поведенческие модели
Тема 4. Модели диода, ключевого элемента, нелинейной индуктивности, дросселя в базе КРФ. Модели трансформаторов.	Модель биполярного транзистора Эберса-Молла Модель биполярного транзистора Гуммеля-Пуна
Тема 5. Модели преобразовательных ячеек (выпрямителя, инвертора и др.). Модели импульсных преобразователей напряжения.	Модель составного импульсного преобразователя напряжения Кука.
Тема 6. Задачи анализа электронных схем во временной области. Табличный метод формирования уравнений математической модели электрической цепи. Топологические методы узловых потенциалов и контурных токов.	Расчет токов и напряжений в модели разветвленной электрической цепи постоянного тока с помощью топологического метода узловых потенциалов
Тема 13. Основные достоинства и недостатки САПР автоматизированного анализа и расчета. Варианты разработки индивидуальных программ для целей анализа и расчета импульсных систем.	Сопоставление точности и скорости расчета в САПР OrCAD и Multisim моделей импульсных преобразователей

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. Задачи проектирования электронных схем. Общие вопросы математического моделирования. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы
Тема 2. Математическое описание электронных схем. Линейные схемы. Линейные параметрические схемы. Нелинейные схемы. Нелинейные параметрические схемы. Топологические модели электронных схем.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение лабораторной работы
Тема 3. Модели компонентов схем промышленной электроники. Макромодели. Аппроксимация характеристик приборов и устройств. Характеристика непрерывных моделей и моделей в базе коммутационно-разрывных функций.	Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 4. Модели диода, ключевого элемента, нелинейной индуктивности, дросселя в базе КРФ. Модели трансформаторов.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение курсовой работы Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 5. Модели преобразовательных ячеек (выпрямителя, инвертора и др.). Модели импульсных преобразователей напряжения.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение курсовой работы Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 6. Задачи анализа электронных схем во временной области. Табличный метод формирования уравнений математической модели электрической цепи. Топологические методы узловых потенциалов и контурных токов.	Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Самостоятельное изучение вопросов темы
Тема 7. Моделирование электронной схемы методом переменных состояния. Задачи и особенности анализа статических режимов электронных схем. Моделирование переходных процессов. Обзор методов расчета переходных характеристик.	Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение лабораторной работы Выполнение курсовой работы
Тема 8. Расчет переходных процессов численными (квазианалитическими), методами с использованием стандартных подпрограмм. Численно-аналитические методы расчета. Точность и устойчивость явных и неявных методов численного интегрирования.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение лабораторной работы Выполнение курсовой работы
Тема 9. Задачи частотного анализа и обзор методов расчета электронных схем в частотной области. Формирование системы уравнений математической модели электронной схемы в частотной области.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение лабораторной работы
Тема 10. Расчет выходных пара-	Проработка лекционного материала

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
метров схем. Задачи учета влияния разброса параметров. Анализ чувствительности электронной схемы. Методы коэффициентов чувствительности. Метод расчета на наихудший случай. Статистический анализ. Статистические методы учета разброса параметров.	Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания
Тема 11. Особенности анализа импульсных схем. Математическая модель замкнутой системы автоматического управления импульсным преобразователем в базе коммутационных разрывных функций. Метод пространства состояния для импульсных схем. Метод усредненных переменных состояния. Метод припасовывания. Анализ установившегося режима переходных процессов и устойчивости.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Выполнение лабораторной работы Выполнение курсовой работы
Тема 12. Особенности задач технической оптимизации. Общие сведения о критериях оптимальности. Формальные и обобщенные критерии оптимальности. Максиминные (минимаксные критерии оптимальности). Статистические критерии. Методы непрерывной параметрической оптимизации. Основы дискретной оптимизации.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы
Тема 13. Основные достоинства и недостатки САПР автоматизированного анализа и расчета. Варианты разработки индивидуальных программ для целей анализа и расчета импульсных систем.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания Самостоятельное изучение вопросов темы

Учебным планом в рамках дисциплины предусмотрено выполнение курсовой работы.

Выполнение курсовой работы осуществляется в соответствии с методическими указаниями, содержащимися в соответствующем разделе электронного курса «Методы анализа и расчета электронных схем» информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>).

5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

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

Таблица 10 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
Практические занятия / 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.);	В течение семестра

	- письменная (письменный опрос, выполнение конспектов, глоссариев, курсовой работы и т.д.); - тестовая (бланочное или компьютерное тестирование)	
--	---	--

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 / Лабораторные работы	Решение практических задач.
Самостоятельная работа обучающихся	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к дискуссии. Выполнение практического задания / лабораторной работы. Выполнение курсовой работы Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям. Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта. Подготовка к экзамену
Консультации	Концентрация внимания на отдельных вопросах. Личностно-ориентированный подход. Диалог.
Промежуточная аттестация обучающихся	экзамен (в устной или письменной форме).

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

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

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

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ – «Методы анализа и расчета электронных схем» – автор Малаханов А.А для обучающихся по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль «Промышленная электроника и микропроцессорная техника», форма обучения – очная.

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

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

В учебно-методическое обеспечение включены методические указания для выполнения курсовой работы, лабораторных работ, практических занятий.

Методические указания разработаны в соответствии с тематикой дисциплины и учебным планом

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

а) основная литература

1. Дьяконов В.П. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров [Элек-

тронный ресурс] / В.П. Дьяконов. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Профобразование, 2017. – 976 с. – 978-5-4488-0063-4. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63597.html>

2. Трухин М.П. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / М.П. Трухин. – Электрон. текстовые данные. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. – 191 с. – 978-5-7996-1292-4. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66543.html>

3. Амелина, М.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.А. Амелина, С.А. Амелин. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 632 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53665>.

4. Новиков, Ю. Н. Электрические цепи и сигналы: базовые сведения, методы анализа процессов в цепях / Ю. Н. Новиков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 356 с. – ISBN 978-5-507-45524-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/271307>

б) дополнительная литература

1. Кологривов В.А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Кологривов. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 120 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13955.html>

2. Кологривов В.А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Кологривов. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 132 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13956.html>

3. Лаппи Ф.Э. Анализ простых электронных цепей. От электротехники к электронике. Схемы с диодами и транзисторами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф.Э. Лаппи. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. – 144 с. – 978-5-7782-1917-5. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45360.html>

4. Саяпин, В. С. Расчет электрических цепей с применением MathCAD : учебно-практическое пособие / В. С. Саяпин, А. Ф. Сочелев, А. Н. Степанов ; под редакцией А. Н. Степанова. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2020. – 162 с. – ISBN 978-5-7765-1401-2. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/102099.html>

5. Электротехника и электроника. Интернет-тестирование базовых знаний. Часть 8. Методы анализа линейных цепей с многополюсными элементами : учебное пособие / Л. И. Малинин, В. Ю. Нейман, Ю. В. Смирнова, Т. В. Морозова ; под редакцией В. Ю. Нейман. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. – 79 с. – ISBN 978-5-7782-2093-5. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].

– URL: <https://www.iprbookshop.ru/45207.html>

в) справочная литература
отсутствует

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

- 1). Сайт научной библиотеки БГТУ (<https://libri.tu-bryansk.ru>)
- 2). Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
- 3). Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
- 4). Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).
- 5). Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
- 6). Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

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

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

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

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

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

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, 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 субтит-

ров (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 различ-

ных 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, выполнение курсовой работы.

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

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

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

11.2. Методические материалы для обучающихся

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

Таблица 12 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Изучение дисциплины следует начинать с прослушивания и конспектирования лекций, перечитывать конспект перед выполнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии. Над конспектами лекций надо работать систематически: первый просмотр рекомендуется сделать вечером того же дня, когда была прочитана лекция, затем просмотреть через 3-4 дня, и сделать это еще раз накануне практического занятия.
Практические занятия	Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.
Лабораторные работы	Подготовка к эксперименту (ознакомление с целью и задачами, ходом лабораторной работы, работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр 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
Выполнение курсовой работы	При выполнении курсовой работы, обучающемуся следует придерживаться методических указаний. Предусмотрен следующий алгоритм действий: выбор темы курсовой работы, подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для написания теоретического раздела/решения практических задач, проведение расчетов по исходным данным и анализ полученных значений, формулирование выводов по полученным результатам. Выполненная ра-

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
	бота передается преподавателю на проверку. При необходимости осуществляется доработка отдельных частей работы с учетом требований и замечаний преподавателя.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

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

Таблица 13 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9).	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине
ОПК-4.1. ОПК-4.2. ОПК-4.3.	1. Устные экспресс-опросы. (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9).	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, его презентации по дисциплине представлены в таблице 14.

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

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

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

12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

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

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

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

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

Таблица 16 – Шкала оценивания, применяемая при выполнении и защите курсовой работы технических дисциплин

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
«отлично»	а) Содержание работы: – работа полностью соответствует теме исследования;

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

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

12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

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

12.5. Характеристика результатов обучения

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

Таблица 17 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

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

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

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

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, взаим-

ного 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.