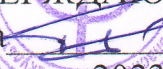


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  Гусев П.Ю.
«24» января 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Электротехника и электроника»

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль Автоматизация производственно-технологических систем

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

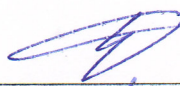
Год начала подготовки 2023

Автор программы



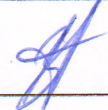
/ Полуказаков А.В./

Заведующий кафедрой
Систем управления и
информационных
технологий в строительстве



/ Десятирикова Е.Н. /

Руководитель ОПОП



/ Акимов В.И. /

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

является теоретическая и практическая подготовка в области электротехники и электроники бакалавров по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств»

1.2. Задачи освоения дисциплины

- приобретение знаний, необходимых для анализа электрических цепей и электронных устройств;
- использование современных математических методов анализа цепей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электротехника и электроника» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электротехника и электроника» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-6 - Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-13 - Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-6	Знать информационные технологии позволяющие решать задачи связанные с электротехникой и электроникой
	Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности связанные с электротехникой и электроникой
	Владеть информационными технологиями позволяющими решать задачи связанные с электротехникой и электроникой
ОПК-13 средства при решении задач связанных с электротехникой и электроникой	Знать стандартные методы расчета задач связанных с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств
	Уметь применять стандартные методы расчета задач связанных

	с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств
	Владеть стандартными методами расчета задач связанных с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электротехника и электроника» составляет 13 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	284	54	84	90	56
В том числе:					
Лекции	66	18	16	18	14
Практические занятия (ПЗ)	82	-	32	36	14
Лабораторные работы (ЛР)	136	36	36	36	28
Самостоятельная работа	148	18	60	18	52
Курсовая работа	+				+
Часы на контроль	36	-	-	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет, зачет с оценкой	+	+	+	+	+
Общая трудоемкость:	468	72	144	108	144
академические часы	13	2	4	3	4
зач.ед.					

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3	4	5	6
Аудиторные занятия (всего)	42	10	10	10	12
В том числе:					
Лекции	12	4	2	2	4
Практические занятия (ПЗ)	6	-	2	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	24	6	6	6	6
Самостоятельная работа	405	58	130	94	123
Курсовая работа	+				+
Часы на контроль	21	4	4	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет, зачет с оценкой	+	+	+	+	+
Общая трудоемкость:					

академические часы	468	72	144	108	144
зач.ед.	13	2	4	3	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные законы электротехники. Основные понятия и законы теории электрических цепей	Основные понятия и законы электромагнитного поля. Энергия и силы в электрическом и магнитном полях. Источники электрической энергии. Внешние характеристики. Гармонические напряжения и токи. Пассивные элементы электрических цепей. Законы электрических цепей. Топология электрических цепей.	6	6	20	12	44
2	Расчет установившихся режимов электрических цепей	Расчет установившегося режима во временной области и использование комплексных чисел. Методы узловых напряжений и контурных токов. Принцип наложения. Метод эквивалентного генератора. Резонанс в электрических цепях. Частотные и резонансные характеристики мощности. Баланс мощностей. Четырехполюсник. Трехфазные цепи. Схемы соединений. Расчет симметричных и несимметричных режимов. Нелинейные r , L , C . Статистические, динамические характеристики и параметры.	12	16	52	18	98
3	Переходные процессы в электрических цепях	Классический метод расчета переходных процессов. Операторный метод расчета переходных процессов. Метод переменных состояний. Численные методы анализа нелинейных цепей.	8	6	8	14	36
4	Основные понятия и законы магнитных цепей	Нелинейные магнитные цепи с постоянной магнитодвижущей силой. Законы магнитных цепей. Нелинейные магнитные цепи переменного тока. Катушка с ферромагнитным сердечником. Вихревые токи. Гистерезис. Потери. Уравнение катушки. Эквивалентная схема и векторная диаграмма. Трансформатор.	2	6	12	14	34
5	Электрические машины и аппараты.	Электрические машины постоянного тока. Электрические машины переменного тока. Принципы работы, характеристики.	8	6		12	26
6	Электронные полупроводниковые приборы	Физические основы и принципы действия полупроводниковых приборов. Биполярные и полевые транзисторы. Устройство. Характеристики. Схемы замещения. Параметры.	4	6	8	12	30
7	Усилители, обратные связи, генераторы	Усилительные каскады постоянного и переменного тока. Расчет режимов. Усилитель с общим эмиттером. Усилитель с общим коллектором. Усилители мощности. Частотные и переходные	6	6	8	14	34

		характеристики. Передаточная функция, амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Обратные связи в усилительных устройствах (отрицательная, положительная обратная связь). Генераторы. Операционные усилители. Схемы включения. Интегратор, дифференциатор.					
8	Вторичные источники питания	Источники эталонного напряжения и тока. Вторичные источники. Однофазные выпрямители. Фильтры. Управляемые выпрямители. Импульсные источники. Стабилизаторы напряжения.	6	6	8	10	30
9	Цифровые ключи и базовые элементы	Цифровые ключи на биполярных и КМОП транзисторах. Характеристики и параметры. Системы элементов. Элементы булевой алгебры. Законы. Логические функции. Базовые элементы.	4	6	4	14	28
10	Микропроцессоры и контроллеры	Устройство, назначение, характеристики.	4	8		14	26
11	Электрические измерения	Измерение напряжения, тока, мощности, угла сдвига фаз. Осциллограф. Цифровые измерители.	6	10	16	14	46
Итого			66	82	136	148	432

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные законы электротехники. Основные понятия и законы теории электрических цепей	Основные понятия и законы электромагнитного поля. Энергия и силы в электрическом и магнитном полях. Источники электрической энергии. Внешние характеристики. Гармонические напряжения и токи. Пассивные элементы электрических цепей. Законы электрических цепей. Топология электрических цепей.	2	2		20	24
2	Расчет установившихся режимов электрических цепей	Расчет установившегося режима во временной области и использование комплексных чисел. Методы узловых напряжения и контурных токов. Принцип наложения. Метод эквивалентного генератора. Резонанс в электрических цепях. Частотные и резонансные характеристики мощностей. Баланс мощностей. Четырехполюсник. Трехфазные цепи. Схемы соединений. Расчет симметричных и несимметричных режимов. Нелинейные r , L , C . Статистические, динамические характеристики и параметры.	8	4	16	78	106
3	Переходные процессы в электрических цепях	Классический метод расчета переходных процессов. Операторный метод расчета переходных процессов. Метод переменных состояний. Численные методы анализа нелинейных цепей.				32	32
4	Основные понятия и законы магнитных цепей	Нелинейные магнитные цепи с постоянной магнитодвижущей силой. Законы магнитных цепей. Нелинейные магнитные цепи переменного тока. Катушка с ферромагнитным сердечником. Вихревые токи. Гистерезис. Потери. Уравнение				28	28

		катушки. Эквивалентная схема и векторная диаграмма. Трансформатор.					
5	Электрические машины и аппараты.	Электрические машины постоянного тока. Электрические машины переменного тока. Принципы работы, характеристики.				32	32
6	Электронные полупроводниковые приборы	Физические основы и принципы действия полупроводниковых приборов. Биполярные и полевые транзисторы. Устройство. Характеристики. Схемы замещения. Параметры.				36	36
7	Усилители, обратные связи, генераторы	Усилительные каскады постоянного и переменного тока. Расчет режимов. Усилитель с общим эмиттером. Усилитель с общим коллектором. Усилители мощности. Частотные и переходные характеристики. Передаточная функция, амплитудночастотная и фазочастотная характеристики. Обратные связи в усилительных устройствах (отрицательная, положительная обратная связь). Генераторы. Операционные усилители. Схемы включения. Интегратор, дифференциатор.				33	33
8	Вторичные источники питания	Источники эталонного напряжения и тока. Вторичные источники. Однофазные выпрямители. Фильтры. Управляемые выпрямители. Импульсные источники. Стабилизаторы напряжения.			4	34	38
9	Цифровые ключи и базовые элементы	Цифровые ключи на биполярных и КМОП транзисторах. Характеристики и параметры. Системы элементов. Элементы булевой алгебры. Законы. Логические функции. Базовые элементы.				32	32
10	Микропроцессоры и контроллеры	Устройство, назначение, характеристики.				38	38
11	Электрические измерения	Измерение напряжения, тока, мощности, угла сдвига фаз. Осциллограф. Цифровые измерители.	2		4	42	48
Итого			12	6	24	405	447

5.2 Перечень лабораторных работ

Изучение лабораторного стенда ЛЭС-5, основных электрических измерений и методики обработки результатов измерений в электрических цепях.

Исследование интегральных характеристик выходных напряжений источников периодического тока.

Исследование внешних характеристик источников напряжения.

Исследование выполнения законов Кирхгофа в линейных электрических цепях.

Исследование электрических цепей методом наложения.

Применение метода эквивалентного источника для нахождения тока в заданной ветви.

Исследование неразветвленной r , L , C - цепи с источником ЭДС постоянной частоты.

Исследование трехфазной электрической цепи при соединении

приемников «звездой».

Исследование трехфазной электрической цепи при соединении приемников «треугольником».

Исследование динамических характеристик ферромагнитных материалов.

Исследование работы однофазного трансформатора.

Исследование статических характеристик биполярных транзисторов.

Исследование транзисторного усилителя с общим эмиттером.

Исследования основных схем включения операционных усилителей.

Исследование однофазных неуправляемых источников вторичного электропитания электронных устройств.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 4 семестре для очной формы обучения, в 6 семестре для заочной формы обучения.

Конечным результатом КР может быть: аналитический обзор (реферат), электронное устройство (макет), исследование явлений и процессов.

КР реферативного направления ставит целью студенту научиться работать с различными источниками научно-технической информации:

- Учебные издания.
- Монографии.
- Научно-технические журналы, например, “Компоненты и технологии” (с приложениями), “Схемотехника”, “Радио” и др.
- Патенты, лицензии.
- Интернет- источники и др.

Примерный перечень тем курсовых работ:

1. Усилители мощности низкой частоты.
2. Усилители мощности высоких и сверхвысоких частот.
3. Усилители мощности НЧ с широтно-импульсной модуляцией (класс D).
4. Усилители высокой частоты.
5. Малошумящие усилители сверхвысоких частот.
6. Микромощные усилители.
7. Шумы в усилителях.
8. Нелинейные искажения в усилителях.
9. Широкополосные усилители.
10. Устойчивость работы резонансных усилителей.
11. Генераторы гармонических колебаний.
12. Генераторы импульсов.
13. Генераторы пилообразного напряжения.
14. Генераторы на кварцевых резонаторах.
15. Генераторы с управляемой напряжением частотой.

16. Генераторы на логических элементах.
17. Умножители частоты.
18. Измерительные усилители на ОУ.
19. Устройства “выборки – хранение” аналоговых сигналов.
20. Преобразователи напряжения в частоту.
21. Интеграторы.
22. Компараторы и их применение.
23. Таймер КР 1006ВИ1 и его применение.
24. Аналого-цифровые преобразователи.
25. Источники эталонного тока и напряжения.
26. Активные фильтры.
27. Коммутируемые RC – фильтры.
28. Фильтры на переключаемых конденсаторах.
29. Фильтры на поверхностных акустических волнах.
30. Высокочастотные LC – фильтры в электронных устройствах.
31. Выпрямители с емкостным фильтром.
32. Выпрямители с индуктивным фильтром.
33. Умножители напряжения.
34. Стабилизаторы с непрерывным регулированием.
35. Зарядные устройства аккумуляторов.
36. Регуляторы напряжения автомобильных бортовых сетей питания.
37. Импульсные стабилизаторы.
38. Электронные трансформаторы.
39. Защита в транзисторных стабилизаторах.
40. Тиристорные стабилизаторы.
41. Туннельные диоды и их применение.
42. Тиристорные регуляторы температуры.
43. Магнито-диоды, магнито-транзистры и их применение.
44. Элементы оптоэлектроники и их применение.
45. Оптоволоконная связь.

Тема выбранной КР согласовывается с преподавателем. Студент может выполнить курсовую работу по согласованию с преподавателем по теме не вошедшей в приведенный перечень.

Кроме реферативного исполнения КР приветствуются КР с техническим макетированием, физическим моделированием электронных устройств. Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-6	знать информационные технологии позволяющие решать задачи связанные с электротехникой и электроникой	работа на практических занятиях; своевременное выполнение и отчет лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности связанные с электротехникой и электроникой	работа на практических занятиях; своевременное выполнение и отчет лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть информационными технологиями позволяющими решать задачи связанные с электротехникой и электроникой	работа на практических занятиях; своевременное выполнение и отчет лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-13	знать стандартные методы расчета задач связанных с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	работа на практических занятиях; своевременное выполнение и отчет лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять стандартные методы расчета задач связанных с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	работа на практических занятиях; своевременное выполнение и отчет лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть стандартными методами расчета задач связанных с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации	работа на практических занятиях; своевременное выполнение и отчет лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	технологических процессов и производств			
--	---	--	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1, 2, 3, 4 семестре для очной формы обучения, 3, 4, 5, 6 семестре для заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-6	знать информационные технологии позволяющие решать задачи связанные с электротехникой и электроникой	работа на практических занятиях; своевременное выполнение и отчет лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности связанные с электротехникой и электроникой	работа на практических занятиях; своевременное выполнение и отчет лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть информационными технологиями позволяющими решать задачи связанные с электротехникой и электроникой	работа на практических занятиях; своевременное выполнение и отчет лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-13	знать стандартные методы расчета задач связанных с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	работа на практических занятиях; своевременное выполнение и отчет лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять стандартные методы расчета задач связанных с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	работа на практических занятиях; своевременное выполнение и отчет лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть стандартными	работа на практических занятиях; своевременное	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	методами расчета задач связанных с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	выполнение и отчет лабораторных работ	предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
--	---	---------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-6	знать информационные технологии позволяющие решать задачи связанные с электротехникой и электроникой	Ответы на практических занятиях, ответ на зачете/экзамене.	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности связанные с электротехникой и электроникой	Ответы на практических занятиях, ответ на зачете/экзамене.	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	владеть информационными технологиями позволяющими решать задачи связанные с электротехникой и электроникой	Ответы на практических занятиях, ответ на зачете/экзамене.	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
ОПК-13	знать стандартные методы расчета задач связанных с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	Ответы на практических занятиях, ответ на зачете/экзамене.	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	уметь применять стандартные методы расчета	Ответы на практических занятиях, ответ на зачете/экзамене.	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все	Студент демонстрирует частичное понимание заданий.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не

задач связанных с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств		требования, предъявляемые к заданию выполнены.	требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	было попытки выполнить задание.
владеть стандартными методами расчета задач связанных с электротехникой и электроникой при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	Ответы на практических занятиях, ответ на зачете/экзамене.	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- Электрическая цепь, у которой электрические напряжения и электрические токи связаны друг с другом линейными зависимостями называется

- 1) Линейной электрической цепью
- 2) Принципиальной схемой
- 3) Схемой замещения
- 4) нелинейной электрической цепью

- Графическое изображение электрической цепи, содержащее условные обозначения ее элементов, показывающее соединения этих элементов называется

- 1) Ветвью
- 2) Контуром
- 3) Схемой электрической цепи
- 4) Узлом

- Если при неизменном напряжении ток на участке цепи уменьшился в 2 раза, то сопротивление участка

- 1) Увеличилось в 2 раза
- 2) Уменьшилось в 2 раза
- 3) Не изменилось
- 4) Увеличилось в 4 раза

- Первый закон Кирхгофа формулируется следующим образом

- 1) Алгебраическая сумма токов ветвей, сходящихся в узле, равна нулю
- 2) Алгебраическая сумма падений напряжений в контуре равна алгебраической сумме ЭДС в том же контуре
- 3) Сила тока в цепи пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению цепи
- 4) Алгебраическая сумма напряжений вдоль контура равна нулю

- Если пять резисторов $R_1=100 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$, $R_3 =20 \text{ Ом}$, $R_4 = 500 \text{ Ом}$, $R_5= 100 \text{ Ом}$

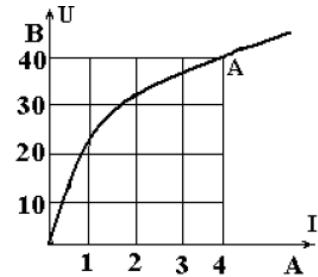
соединены последовательно, то в них ток будет

- 1) Один и тот же
- 2) Наибольшим в сопротивлении R_2

- 3) Наибольшим в сопротивлении R_4
 4) Наибольшим в сопротивлениях R_1 и R_5

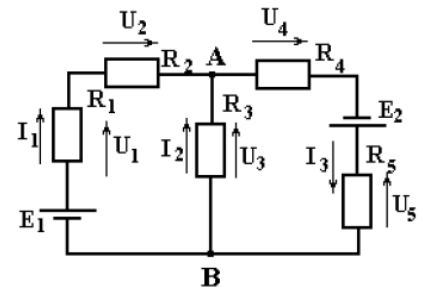
- При заданной вольтамперной характеристике статическое сопротивление нелинейного элемента в точке A составляет

- 1) 10 Ом
 2) 100 Ом
 3) 0,1 Ом
 4) 160 Ом



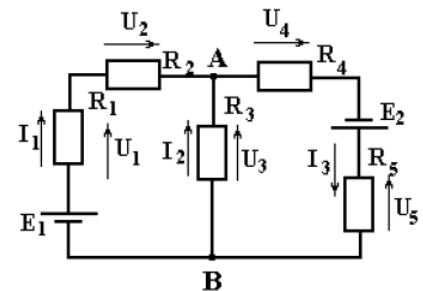
- В представленной на рисунке электрической схеме число ветвей

- 1) три
 2) две
 3) четыре
 4) пять



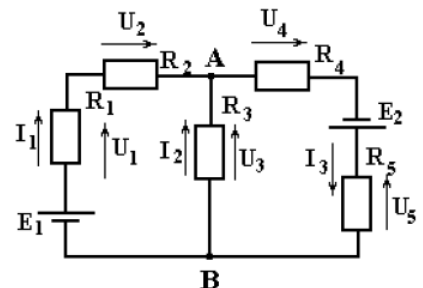
- В представленной на рисунке электрической схеме независимых контуров

- 1) два
 2) один
 3) три
 4) четыре



- Сколько необходимо составить уравнений по первому закону Кирхгофа для схемы?

- 1) одно
 2) два
 3) ноль
 4) три



- Из представленных значений величиной мощности является

- 1) 20 МВт
 2) 1 А
 3) 30 Дж
 4) 100 кВт ч

- По проводникам одинаковой длины и сечения, выполненных из меди, алюминия, стали и серебра, протекает одинаковый ток. На каком из них будет большее напряжение?

- 1) На стальном
 2) На серебряном
 3) На медном
 4) На алюминиевом

- В цепи с последовательным соединением индуктивности, емкости и активного сопротивления рассчитать токи и напряжения на каждом элементе.

$R = 40 \text{ Ом}$, $X_L = 20 \text{ Ом}$, $X_C = 50 \text{ Ом}$. Общее напряжение, приложенное к цепи, 100 В.

- 1) $I_R = 2 \text{ А}$; $I_{XL} = 2 \text{ А}$; $I_{XC} = 2 \text{ А}$; $U_R = 80 \text{ В}$; $U_{XL} = 40 \text{ В}$; $U_{XC} = 100 \text{ В}$.
 2) $I_R = 0,9 \text{ А}$; $I_{XL} = 0,9 \text{ А}$; $I_{XC} = 0,9 \text{ А}$; $U_R = 36 \text{ В}$; $U_{XL} = 18 \text{ В}$; $U_{XC} = 45 \text{ В}$
 3) $I_R = 2,5 \text{ А}$; $I_{XL} = 5 \text{ А}$; $I_{XC} = 2 \text{ А}$; $U_R = 100 \text{ В}$; $U_{XL} = 100 \text{ В}$; $U_{XC} = 100 \text{ В}$
 4) $I_R = 1,4 \text{ А}$; $I_{XL} = 1,4 \text{ А}$; $I_{XC} = 1,4 \text{ А}$; $U_R = 56 \text{ В}$; $U_{XL} = 28 \text{ В}$; $U_{XC} = 70 \text{ В}$

- В цепи с последовательным соединением индуктивности, емкости и активного сопротивления рассчитать токи и напряжения на каждом элементе.

$R = 40 \text{ Ом}$, $X_L = 100 \text{ Ом}$, $X_C = 70 \text{ Ом}$. В цепи протекает ток 2 А .

- 1) $I_R = 2 \text{ А}$; $I_{XL} = 2 \text{ А}$; $I_{XC} = 2 \text{ А}$; $U_R = 80 \text{ В}$; $U_{XL} = 200 \text{ В}$; $U_{XC} = 140 \text{ В}$, $U = 100 \text{ В}$.
- 2) $I_R = 0,9 \text{ А}$; $I_{XL} = 0,9 \text{ А}$; $I_{XC} = 0,9 \text{ А}$; $U_R = 36 \text{ В}$; $U_{XL} = 90 \text{ В}$; $U_{XC} = 63 \text{ В}$, $U = 200 \text{ В}$.
- 3) $I_R = 2,5 \text{ А}$; $I_{XL} = 1 \text{ А}$; $I_{XC} = 1,4 \text{ А}$; $U_R = 100 \text{ В}$; $U_{XL} = 100 \text{ В}$; $U_{XC} = 100 \text{ В}$, $U = 100 \text{ В}$.
- 4) $I_R = 1,4 \text{ А}$; $I_{XL} = 1,4 \text{ А}$; $I_{XC} = 1,4 \text{ А}$; $U_R = 56 \text{ В}$; $U_{XL} = 140 \text{ В}$; $U_{XC} = 98 \text{ В}$, $U = 100 \text{ В}$.

- В цепи с последовательным соединением индуктивности, емкости и активного сопротивления рассчитать токи и напряжения на каждом элементе. $R = 60 \text{ Ом}$, $X_L = 20 \text{ Ом}$, $X_C = 100 \text{ Ом}$, Напряжение на активном сопротивлении 120 В .

- 1) $I_R = 2 \text{ А}$; $I_{XL} = 2 \text{ А}$; $I_{XC} = 2 \text{ А}$; $U_R = 120 \text{ В}$; $U_{XL} = 40 \text{ В}$; $U_{XC} = 200 \text{ В}$, $U = 200 \text{ В}$.
- 2) $I_R = 1,1 \text{ А}$; $I_{XL} = 1,1 \text{ А}$; $I_{XC} = 1,1 \text{ А}$; $U_R = 66 \text{ В}$; $U_{XL} = 22 \text{ В}$; $U_{XC} = 112 \text{ В}$, $U = 200 \text{ В}$.
- 3) $I_R = 2,5 \text{ А}$; $I_{XL} = 1 \text{ А}$; $I_{XC} = 1,4 \text{ А}$; $U_R = 100 \text{ В}$; $U_{XL} = 100 \text{ В}$; $U_{XC} = 100 \text{ В}$, $U = 100 \text{ В}$.
- 4) $I_R = 1,4 \text{ А}$; $I_{XL} = 1,4 \text{ А}$; $I_{XC} = 1,4 \text{ А}$; $U_R = 56 \text{ В}$; $U_{XL} = 140 \text{ В}$; $U_{XC} = 98 \text{ В}$, $U = 100 \text{ В}$.

- В симметричной трехфазной цепи при соединении источников и потребителей звездой фазные напряжения равны 220 В , сопротивления нагрузки отдельных фаз 110 Ом .

Определить фазные и линейные токи, ток нейтрального провода,

- 1) $I_A = 2 \text{ А}$, $I_B = 2 \text{ А}$, $I_C = 2 \text{ А}$, $I_N = 0 \text{ А}$, $I_L = I_\Phi$
- 2) $I_A = 2 \text{ А}$, $I_B = 2 \text{ А}$, $I_C = 2 \text{ А}$, $I_N = 2 \text{ А}$, $I_L = \sqrt{3}I_\Phi$
- 3) $I_A = 0,5 \text{ А}$, $I_B = 0,5 \text{ А}$, $I_C = 0,5 \text{ А}$, $I_N = 0 \text{ А}$, $I_L = I_\Phi$
- 4) $I_A = 2 \text{ А}$, $I_B = 2 \text{ А}$, $I_C = 2 \text{ А}$, $I_N = 6 \text{ А}$, $I_L = \sqrt{3}I_\Phi$

- В трехфазной цепи при соединении источников и потребителей звездой фазные напряжения равны 220 В , сопротивления нагрузки отдельных фаз $R_A = R_B = 110 \text{ Ом}$, $R_C = 55 \text{ Ом}$. Определить фазные и линейные токи. Будет течь ток нейтральном проводе?

- 1) $I_A = 2 \text{ А}$, $I_B = 2 \text{ А}$, $I_C = 4 \text{ А}$, I_N – Будет, $I_L = I_\Phi$
- 2) $I_A = 2 \text{ А}$, $I_B = 2 \text{ А}$, $I_C = 4 \text{ А}$, I_N – Нет, $I_L = \sqrt{3}I_\Phi$
- 3) $I_A = 0,5 \text{ А}$, $I_B = 0,5 \text{ А}$, $I_C = 1 \text{ А}$, I_N – Будет, $I_L = I_\Phi$
- 4) $I_A = 2 \text{ А}$, $I_B = 2 \text{ А}$, $I_C = 4 \text{ А}$, I_N – Нет, $I_L = \sqrt{3}I_\Phi$

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

- 1.0. Электромагнитное поле и его описание.
- 1.1. Электрические и магнитные цепи.
- 1.2. Связи характеристик поля и цепей.
- 1.3. Внешние характеристики источников.
- 1.4. Условия эквивалентности источников.
- 1.5. Гармонические напряжения, токи.
- 1.6. Связи между напряжениями и токами на пассивных элементах.
- 1.7. Законы теории цепей.
- 1.8. Граф. Топологические матрицы.
- 1.9. Полная система уравнений цепи.
- 2.0. Расчет установившихся процессов во временной области.
- 2.1. Расчет установившихся режимов с помощью комплексных чисел.
- 2.2. Методы узловых напряжений и контурных токов.
- 2.3. Принцип наложения.
- 2.4. Метод эквивалентного генератора.

- 2.5. Резонанс. Частотные характеристики.
- 2.6. Мощности.
- 2.7. Четырехполюсники.
- 2.8. Электрические фильтры.
- 2.9. Трехфазные цепи. Схемы.
- 3.0. Переходные процессы. Общие вопросы.
- 3.1. Классический метод расчета переходных процессов.
- 3.2. Законы коммутации.
- 3.3. Расчет переходных процессов при изменении R .
- 3.4. Особенности расчетов переходных процессов при изменении L и C .
- 3.5. Операторный метод расчета.
- 3.6. Метод переменных состояния.
- 3.7. Переходные процессы в нелинейных цепях.
- 3.8. Методы анализа переходных процессов в НЦ.
- 3.9. Численные методы анализа переходных процессов.
- 4.0. Нелинейные элементы. Характеристики.
- 4.1. Параметры нелинейных элементов.
- 4.2. Нелинейные источники.
- 4.3. Нелинейные магнитные цепи с постоянной магнитодвижущей силой.
- 4.4. Законы магнитных цепей.
- 4.5. Катушка с ферромагнитным сердечком. Потери.
- 4.6. Уравнение катушки. Эквивалентные схемы
- 4.7. Трансформатор. Уравнения.
- 4.8. Эквивалентная схема.
- 4.9. Внешняя характеристика. КПД.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

- 5.0. Устройства электрической машины постоянного тока.
- 5.1. Основные уравнения.
- 5.2. Генераторы постоянного тока.
- 5.3. Двигатели постоянного тока.
- 5.4. Вращающееся магнитное поле.
- 5.5. Устройство и принцип действия асинхронной машины.
- 5.6. Уравнение и схема замещения асинхронной машины.
- 5.7. Механические характеристики асинхронной машины.
- 5.8. Уравнение и схема замещения синхронной машины.
- 5.9. Характеристики синхронной машины.
- 6.0. Электронные приборы. Устройство.
- 6.1. Характеристики и параметры электронных приборов.
- 6.2. Полупроводниковые приборы. Устройство.
- 6.3. Диоды. Вольтамперные характеристики. Параметры.
- 6.4. Биполярный транзистор. Устройство.
- 6.5. Характеристики биполярного транзистора.
- 6.6. Определение параметров биполярного транзистора. Схема замещения.
- 6.7. Полевой транзистор. Устройство.

- 6.8. Характеристики полевого транзистора.
- 6.9. Схема замещения, параметры полевого транзистора.
- 7.0. Усилители постоянного и переменного тока.
- 7.1. Усилитель с общим эмиттером.
- 7.2. Расчет режима по постоянному току.
- 7.3. Расчет параметров усилителя по переменному току.
- 7.4. Усилитель с общим коллектором.
- 7.5. Передаточная функция. Комплексная частотная характеристика.
- 7.6. Амплитудочастотная и фазочастотная характеристика.
- 7.7. Переходная характеристика.
- 7.8. Интеграл Дюамеля.
- 7.9. Обратные связи в усилителях.
- 8.0. Операционные усилители. Принципы построения.
- 8.1. Характеристики операционных усилителей.
- 8.2. Усилительные каскады на операционных усилителях.
- 8.3. Сумматоры, дифференциальные каскады.
- 8.4. Дифференциаторы, интеграторы.
- 8.5. Схемы активных фильтров.
- 8.6. Конверторы сопротивления.
- 8.7. Типы фильтров и их характеристики.
- 8.8. Компараторы без обратной связи и с обратной связью.
- 8.9. Генераторы колебаний на базе компараторов.
- 9.0. Цифровые ключи на биполярных транзисторах.
- 9.1. Цифровые ключи на КМОП-транзисторах.
- 9.2. Характеристики и параметры ключей.
- 9.3. Элементы булевой алгебры. Законы.
- 9.4. Логические функции.
- 9.5. Функционально полные системы.
- 9.6. Помехоустойчивость логических элементов.
- 9.7. Базовые элементы.
- 9.8. Микропроцессоры. Устройство и назначение.
- 9.9. Применение микропроцессорных устройств.
- 10.0. Вторичные источники питания. Классификация.
- 10.1. Неуправляемые однофазные выпрямители. Схемы.
- 10.2. Расчет однофазных выпрямителей.
- 10.3. Тиристор.
- 10.4. Управляемые однофазные выпрямители.
- 10.5. Импульсные источники.
- 10.6. Параметрические стабилизаторы.
- 10.7. Стабилизаторы с обратной связью.
- 10.8. Стабилизаторы напряжения в интегральном исполнении.
- 10.9. Импульсные стабилизаторы.
- 11.0. Основные понятия и определения теории измерения.

- 11.1. Условные обозначения измерительных приборов.
- 11.2. Электроизмерительные преобразователи.
- 11.3. Измерение силы тока
- 11.4. Измерение напряжения.
- 11.5. Измерение мощности.
- 11.6. Измерение угла сдвига фаз.
- 11.7. Измерение частоты.
- 11.8. Осциллографы.
- 11.9. Цифровые измерительные приборы.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, в состав каждого из которых, как правило, включается два теоретических вопроса.

Ответ на каждый теоретический вопрос оценивается по четырехбальной системе:

- «отлично» (5 баллов);
- «хорошо» (4 балла);
- «удовлетворительно» (3 балла);
- «неудовлетворительно» (2 балла).

Оценка «отлично» (5 баллов) выставляется в случае, если студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «хорошо» (4 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «удовлетворительно» (3 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.

Оценка «не удовлетворительно» (2 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.

Итоговая оценка определяется как среднеарифметическое, округленное до ближайшего целого. При среднеарифметической оценке равной 2,5; 3,5 и 4,5 баллов она округляется до 3 («удовлетворительно»); 4 («хорошо») и 5 («отлично») баллов соответственно.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные законы электротехники. Основные понятия и законы теории электрических цепей	ОПК-6, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ, ответы на практических занятиях, защита курсовой работы ответ на зачете/экзамене
2	Расчет установившихся режимов электрических цепей	ОПК-6, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ, ответы на практических

			занятиях, защита курсовой работы ответ на зачете/экзамене
3	Переходные процессы в электрических цепях	ОПК-6, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ, ответы на практических занятиях, защита курсовой работы ответ на зачете/экзамене
4	Основные понятия и законы магнитных цепей	ОПК-6, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ, ответы на практических занятиях, защита курсовой работы ответ на зачете/экзамене
5	Электрические машины и аппараты.	ОПК-6, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ, ответы на практических занятиях, защита курсовой работы ответ на зачете/экзамене
6	Электронные и полупроводниковые приборы	ОПК-6, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ, ответы на практических занятиях, защита курсовой работы ответ на зачете/экзамене
7	Усилители, обратные связи, генераторы	ОПК-6, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ, ответы на практических занятиях, защита курсовой работы ответ на зачете/экзамене
8	Вторичные источники питания	ОПК-6, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ, ответы на практических занятиях, защита курсовой работы ответ на зачете/экзамене
9	Цифровые ключи и базовые элементы	ОПК-6, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ, ответы на практических занятиях, защита курсовой работы ответ на зачете/экзамене
10	Микропроцессоры и контроллеры	ОПК-6, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ, ответы на практических занятиях, защита курсовой работы ответ на зачете/экзамене
11	Электрические измерения	ОПК-6, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ, ответы на практических занятиях, защита курсовой работы ответ на зачете/экзамене

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Хотунцев Ю.Л., [и др.] Электротехника: практикум — Москва: Московский педагогический государственный университет, 2020. — 204 с. — ISBN 978-5-4263-0898-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105934.html>

2. Шандриков, А. С. Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А. С. Шандриков. — 3-е изд. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2020. — 320 с. — ISBN 978-985-7234-49-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100387.html>

3. Никулин В. И., Горденко Д.В., Электроника: учебное пособие — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 198 с. — ISBN 978-5-4497-0520-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94213.html>

4. Теоретические основы электротехники : учебник / И. Я. Лизан, К. Н. Маренич, И. В. Ковалева [и др.]. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 628 с. — ISBN 978-5-9729-0663-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/114971.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- Консультирование посредством электронной почты/Zoom/Discord.
- Образовательный портал ВГТУ <https://old.education.cchgeu.ru/>
- Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
- Электронная библиотека <http://www.iprbookshop.ru/>
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Лаборатории, оснащенные стендами и приборной базой 1315, 1317, 1322.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Электротехника и электроника» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета задач по электротехнике и электронике. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения

работа	учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, зачетом с оценкой, зачетом, экзаменом, зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.