МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ

УТВЕРЖДАЮ
Директор

ГЛОБИН АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ
Подписано цифровой подписью: ГЛОБИН АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ
Дата: 2026.03.31 11:56:08 +03'00'
А.Н. Глобин

«31» марта **2026 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины Б1.В.03 «Прикладные вопросы электротехники»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль "Электроснабжение"

Факультет "Энергетический"

Кафедра "Эксплуатация энергетического оборудования и электрические машины "

Форма обучения очная, заочная

Квалификация выпускника – бакалавр

Зерноград-2026

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

1. ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от «28» февраля 2018 г. № 144.

2. Учебный план по профилю «Электроснабжение» (год начала подготовки 2026) одобрен Ученым советом Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Протокол № 6 от «12» февраля 2026 г

Рабочая программа учебной Б1.В.03 «Прикладные вопросы электротехники» одобрена на заседании кафедры ЭЭО и ЭМ

Протокол № 8 от «19» марта 2026 г.

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент П.В. Гуляев

Рабочая программа учебной дисциплины Б1.В. 3 «Прикладные вопросы электротехники» рекомендована к использованию в учебном процессе на заседании методической комиссии по направлениям подготовки 13.03.02 и 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника**».**

Протокол № 5 от «27» марта 2026 г.

Председатель методической комиссии О.Б. Забродина

Разработчик:
к.т.н., доцент О.Б. Забродина

Содержание

	с.
1. Вводная часть…….……....	4
1.1 Цели освоения дисциплины…….....	4
1.2 Место дисциплины в структуре ОПОП …….....	4
1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
2.Основная часть……....	8
2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы…….....	8
2.2. Содержание учебной дисциплины…….....….	8
2.2.1. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля……..	10
2.2.2 Практические занятия ……..…..	14
2,2.3 Лабораторные работы ……..…..	17
2.3. Самостоятельная работа студента……..	19
3. Образовательные технологии……	24
4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины ……	25
4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств……	25
4.2. Темы расчетных работ для очного обучения и контрольной работы для заочного обучения ……..	26
4.3. Вопросы к экзамену…… ……..…….	29
4.4. Примерные варианты экзаменационных задач ……..……..	31
4.5 Образец экзаменационного билета ……..……	32
5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины……..…….	34
5.1. Основная литература…….……	35
5.2. Дополнительная литература…….……	
5.3. Базы данных, информационно-справочные материалы, поисковые системы и другие Интернет-ресурсы……..	35 36
5.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса……...	36
5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	38
6. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины……..…….....	39
7. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины.....	
Приложение 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Цели освоения учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины Б1.В.03 «Прикладные вопросы электротехники» является теоретическая и практическая подготовка будущих бакалавров в области прикладной электротехники которая необходима для экономного и высокоэффективного использования электрического хозяйства и сетей предприятий, организаций и учреждений и электрооборудования низкого и высокого напряжения.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

1.2.1. Учебная дисциплина «Прикладные вопросы электротехники» относится к дисциплинам вариативной части цикла Б1.

1.2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

«Математика»

К началу изучения дисциплины студенты должны

Знать: линейную алгебру, теорию функции комплексного переменного, дифференциальное и интегральное исчисление, векторную алгебру, теорию вероятностей.

Уметь: выполнять на основе типовых методик математические расчёты.

Владеть навыками: расчета и применения математических методов в решении электротехнических задач.

«Физика»

К началу изучения дисциплины студенты должны

Знать: основные понятия разделов электродинамики.

Уметь: использовать полученные сведения для объяснений наблюдаемых электромагнитных процессов.

Владеть навыками: применения физических законов при исследовании электрических цепей и электротехнических устройств

«Теоретические основы электротехники»

Знать: основные законы электротехники, методы расчета линейных электрических цепей постоянного и переменного тока, трёхфазных электрических цепей с синусоидальными источниками энергии, методы расчета несинусоидальных токов и напряжений, переходных процессов в линейных электрических цепях.

Уметь: применять основные законы электротехники, методы расчета линейных электрических цепей постоянного и переменного тока, трёхфазных электрических цепей с синусоидальными источниками энергии с различными схемами соединения в рабочих и аварийных режимах, методы расчета несинусоидальных токов и напряжений, переходных процессов в линейных электрических цепях.

Владеть: навыкам составления схем замещения и анализа электромагнитного состаяния и режимов работы электротехнических устройств.

.

1.2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

«Электрические машины», «Электроснабжение», «Электроника», «Электрические и электронные аппараты», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», выполнения разделов выпускной квалификационной работы.

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения	
		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые знания, умения и навыки
1	2	3	4
ПК-1	Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов	ПК-1.3 Обосновывает выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения, учитывая технические ограничения	Знать: влияние параметров нелинейных электрических и магнитных цепей, используемых в системах электроснабжения, на эффективность передачи и потребления электрической энергии Уметь: обосновать выбор параметров нелинейных электрических и магнитных цепей, используемых в системах электроснабжения Владеть: навыками расчета параметров нелинейных электрических и магнитных цепей, используемых в системах электроснабжения при наличии технических ограничений
ПК-3	Способен определять параметры элементов системы электроснабжения объектов	ПК-3.2 Способен определять экспериментально, рассчитывать, оценивать визуально и(или) по справочникам и по типовой проектной и нормативной документации параметры электротехнологичес-ких устройств систем электроснабжения	Знать: параметры электрических и магнитных цепей электротехни-ческих устройств и схем замещения, методы их расчета и экспериментального определения, Уметь: составлять схемы замещения электротехнических устройств, выбирать методы расчета параметров, методы их экспериментального определения. Владеть: навыками расчета параметров схем замещения электротехнических устройств, методами их экспериментального определения.

1	2	3	4
ПК-4	Способен определять режимы работы систем электроснабжения объектов	ПК-4.1 Способен определять экспериментально, рассчитывать, оценивать визуально и(или) по справочникам и по типовой проектной и нормативной документации режимы работы электроприводных устройств систем электроснабжения	Знать: особенности режимов работы электрических и магнитных цепей электроприводных устройств систем электроснабжения. Уметь: выбрать метод расчета и (или) экспериментального определения режима работы электроприводных устройств с нелинейными элементами и магнитными цепями. Владеть: навыками расчета режимов электроприводных устройств, содержащих нелинейные элементы и (или) магнитные цепи, навыками их экспериментального определения
		ПК -4.2 Способен определять экспериментально, рассчитывать, оценивать визуально и(или) по справочникам и по типовой проектной и нормативной документации режимы работы электротехнологических устройств систем электроснабжения	Знать: особенности режимов работы электрических и магнит-ных цепей электротехнологичес-ких устройств систем электроснабжения. Уметь: выбрать метод расчета и (или) экспериментального определения режима работы электротехнологических устройств с нелинейными элементами и магнитными цепями .Владеть: навыками расчета режимов электротехнологических устройств, содержащих нелинейные элементы и (или) магнитные цепи, навыками их экспериментального определения
		ПК-4.3 Способен определять экспериментально, рассчитывать, оценивать визуально и(или) по справочникам и по типовой проектной и нормативной документации режимы работы систем электроснабжения, в том числе систем электроснабжения городов и промышленных предприятий	Знать: Возможности метода симметричных составляющих для определения режимов систем электроснабжения. Уметь: составить схемы замещения системы электроснабжения в рабочем и аварийных режимах для расчета методом симметричных составляющих. Владеть: навыками расчета режимов систем электроснабжения методом симметричных составляющих

1	2	3	4
ПК-5	Способен обеспечивать заданные параметры и режимы систем электроснабжения объектов	ПК-5.1 Демонстрирует знания по обеспечению заданных параметров и режимов систем электроснабжения	Знать: способы обеспечения заданных параметров и режимов систем электроснабжения Уметь: выбрать для данной ситуации способ обеспечения заданных параметров и режимов систем электроснабжения Владеть: навыками оценки эффективности применения выбранного способа обеспечения заданных параметров систем электроснабжения.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид работы		Всего часов/ Зач. единиц	Семестр
			4
1		2	3
Аудиторные занятия (всего)		**54**	**54**
В том числе:			
Лекции (Л)		18	18
Практические занятия (ПЗ)		18	18
Лабораторные работы (ЛР)		18	18
Самостоятельная работа студента (СРС)		**54**	**54**
Подготовка к промежуточной аттестации		**36**	**36**
Промежуточная аттестация:	Вид - Экзамен (Э)	Э	Э
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	**144**	**144**
	зач. единиц	**4**	**4**

Заочная форма обучения

Вид работы		Всего часов/ Зач. единиц	Семестр
			4
1		2	3
Аудиторные занятия (всего)		**16**	**16**
В том числе:			
Лекции (Л)		4	4
Лабораторные работы (ЛР)		6	6
Практические занятия (ПЗ)		6	6
Самостоятельная работа студента (СРС)		**119**	**119**
Подготовка к промежуточной аттестации		**9**	**9**
Промежуточная аттестация:	Вид - Экзамен (Э)	**Э**	**Э**
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	**144**	**144**
	зач. единиц	**4**	**4**

2.2. Содержание учебной дисциплины

Содержание разделов учебной дисциплины:

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3
4	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами	1.1. Классификация нелинейных элементов. Общая характеристика нелинейных резистивных, индуктивных и ёмкостных элементов. Методы расчета и экспериментального определения параметров и режимов работы нелинейных электрических цепей постоянного тока 1.2. Нелинейные сопротивления, как генераторы высших гармоник тока и напряжения в цепях переменного тока. Способы аппроксимации характеристик нелинейных элементов: кусочно-линейная, степенная. 1.3. Простейшие графические, графоаналитические и аналитические методы анализа параметров и режимов нелинейных электрических цепей. Однофазные и трехфазные выпрямители. 1.4.Периодические процессы в электрических цепях с индуктивными и емкостными нелинейными элементами. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Практическое применения нелинейных индуктивностей и емкостей. 1.5. Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником, параметры и режимы работы. 1.6 Явление феррорезонанса. Феррорезонанс напряжений. Феррорезонанс токов. Триггерный эффект. Феррорезонансный стабилизатор напряжения.
	Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжения.	2.1 Метод симметричных составляющих: Симметричные составляющие токов и напряжений. Разложение несимметричной системы векторов токов на симметричные составляющие по заданной методике 2.2 Схемы замещения несимметричной трехфазной цкпи для симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей с продольной и поперечной несимметрией. 2.3 Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях. 2.4 Теорема об активном двухполюснике для симметричных составляющих и её использование при анализе режимов однофазного короткого замыкания на землю, двухфазного короткого замыкания, а также при подключении несимметричной нагрузки. 2.5 Фильтры симметричных составляющих

1	2	3
	Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехническ их устройств, содержащих магнитные цепи	3.1. Магнитные свойства материалов. Ферромагнитные материалы их влияние на параметры и режимы работы электротехнических цепей. 3.2. Методы расчета магнитных цепей постоянного и переменного тока электроприводных устройств. Комплексное магнитное сопротивление магнитной цепи. Схемы замещения для расчета параметров и режимов работы магнитных цепей

2.2.1. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности,включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (*по неделям семестра)*
		Л	ПЗ	ЛР	СРС	Все-го	
1	2	3	4	5	6	7	8
4	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами	**8**	**8**	**12**	**14**	**42**	Устный опрос, решение индиви-дуаль-ных задач, отчет по лаборат орным работам
	1.1. Классификация нелинейных элементов. Общая характеристика нелинейных резистивных, индуктивных и ёмкостных элементов. Методы расчета и экспериментального определения параметров и режимов работы нелинейных электрических цепей постоянного тока	2	2	2	2	8	
	1.2. Нелинейные сопротивления, как генераторы высших гармоник тока и напряжения в цепях переменного тока. Способы аппроксимации характеристик нелинейных элементов: кусочно-линейная, степенная.	1	2	2	2	7	
	1.3 Простейшие графические, графоаналитические и аналитические методы анализа параметров и режимов нелинейных электрических цепей. Однофазные и трехфазные выпрямители	1	-	2	2	5	

1	2	3	4	5	6	7	8
	1.4 Периодические процессы в электрических цепях с индуктивными и емкостными нелинейными элементами. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Практическое применение нелинейных индуктивностей и емкостей.	1	2	2	2	7	Устный опрос, решение индиви-дуаль-ных задач, отчет по лаборат орным работам, РК-1, на четвер-той неделе РК-2 на шестой неделе
	1.5 Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником, параметры и режимы работы.	2	2	-	2	6	
	1.6 Явление феррорезонанса. Феррорезонанс напряжений. Феррорезонанс токов. Триггерный эффект. Феррорезонансный стабилизатор напряжения.	1	-	4	4	9	
	Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжения	**6**	**6**	**2**	**30**	**44**	
	2.1 Метод симметричных составляющих: Симметричные составляющие токов и напряжений. Разложение несимметричной системы векторов токов на симметричные составляющие по заданной методике	2	2	-	2	6	Устный опрос, решение индиви-дуаль-ных задач, отчет по лабора-торным работам, РК-3 на девятой неделе, сдача расчет-ной работы на 16-й неделе
	2.2 Схемы замещения несимметричной трехфазной цепи для симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей с продольной и поперечной несимметрией.	2	2	-	4	8	
	2.3 Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях.	1	2	-	20	23	
	2.4 Теорема об активном двухполюснике для симметричных составляющих и её использование при анализе режимов однофазного короткого замыкания на землю, двухфазного короткого замыкания, а также при подключении несимметричной нагрузки. Фильтры симметричных составляющих	1	-	2	4	7	

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи	**4**	**4**	**4**	**10**	**22**	Устный опрос, решение индиви-дуаль-ных задач, отчет по лаборат орным работам, РК-4 на 17 неделе
	3.1 Магнитные свойства материалов. Ферромагнитные материалы их влияние на параметры и режимы работы электротехнических цепей.	1	-	4	6	13	
	3.2 Методы расчета магнитных цепей постоянного и переменного тока электроприводных устройств. Комплексное магнитное сопротивление магнитной цепи. Схемы замещения для расчета параметров и режимов работы магнитных цепей	3	4	-	4	9	
	Подготовка к промежуточной аттестации					**36**	
	ИТОГО:	**18**	**18**	**18**	**54**	**144**	

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (*по неделям семестра)*
		Л	ПЗ	ЛР	СРС	Все-го	
1	2	3	4	5	6	7	8
4	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами	**1**	**2**	**4**	**36**	**43**	Устный опрос, решение индиви-дуаль-ных задач, отчет по лаборат орным работам
	1.1. Классификация нелинейных элементов. Общая характеристика нелинейных резистивных, индуктивных и ёмкостных элементов. Методы расчета и экспериментального определения параметров и режимов работы нелинейных электрических цепей постоянного тока	1	-	2	4	7	
	1.2. Нелинейные сопротивления, как генераторы высших гармоник тока и напряжения в цепях переменного тока. Способы аппроксимации характеристик нелинейных элементов: кусочно-линейная, степенная.	-	-	-	6	6	

1	2	3	4	5	6	7	8
4	1.3 Простейшие графические, графоаналитические и аналитические методы анализа параметров и режимов нелинейных электрических цепей. Однофазные и трехфазные выпрямители	-	-	-	4	4	Устный опрос, решение индиви-дуаль-ных задач, отчет по лаборат орным работам
	1.4 Периодические процессы в электрических цепях с индуктивными и емкостными нелинейными элементами. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Практическое применение нелинейных индуктивностей и емкостей.	-	1	-	6	7	
	1.5 Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником, параметры и режимы работы.	-	1	-	8	9	
	1.6 Явление феррорезонанса. Феррорезонанс напряжений. Феррорезонанс токов. Триггерный эффект. Феррорезонансный стабилизатор напряжения.	-	-	2	8	10	
	Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжения	**2**	**4**	**-**	**59**	**65**	Устный опрос, решение индиви-дуаль-ных задач, отчет по лаборат орным работам, сдача расчет-ной работы
	2.1 Метод симметричных составляющих: Симметричные составляющие токов и напряжений. Разложение несимметричной системы векторов токов на симметричные составляющие по заданной методике	1	-	-	10	11	
	2.2 Схемы замещения несимметричной трехфазной цепи для симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей с продольной и поперечной несимметрией.	-	2	-	10	12	
	2.3 Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях.	1	2	-	30	33	

1	2	3	4	5	6	7	8
4	2.4 Теорема об активном двухполюснике для симметричных составляющих и её использование при анализе режимов однофазного короткого замыкания на землю, двухфазного короткого замыкания, а также при подключении несимметричной нагрузки. Фильтры симметричных составляющих	-	-	-	9	9	Устный опрос, решение индиви-дуаль-ных задач, отчет по лаборат орным работам
	Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи	**1**	**-**	**2**	**24**	**27**	
	3.1 Магнитные свойства материалов. Ферромагнитные материалы их влияние на параметры и режимы работы электротехнических цепей.	-	-	2	10	12	
	3.2 Методы расчета магнитных цепей постоянного и переменного тока электроприводных устройств. Комплексное магнитное сопротивление магнитной цепи. Схемы замещения для расчета параметров и режимов работы магнитных цепей	1	-	-	14	15	
	Подготовка к промежуточной аттестации					**9**	
	ИТОГО:	**4**	**6**	**6**	**119**	**144**	

2.2.2. Практические занятия

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование практических занятий	Всего часов
1	2	3	4
4	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами		**8**
	1.1. Классификация нелинейных элементов. Общая характеристика нелинейных резистивных, индуктивных и ёмкостных элементов. Методы расчета и экспериментального определения параметров и режимов работы нелинейных электрических цепей постоянного тока	ПЗ №1 Методы расчета и экспериментального определения параметров и режимов работы нелинейных электрических цепей постоянного тока	

1	2	3	4
4	1.2. Нелинейные сопротивления, как генераторы высших гармоник тока и напряжения в цепях переменного тока. Способы аппроксимации характеристик нелинейных элементов: кусочно-линейная, степенная.	ПЗ № 2 Метод кусочно-нелинейной аппроксимации при расчете цепи с нелинейными индуктивностью и емкостью при почти прямоугольной основной характеристике	2
	1.4 Периодические процессы в электрических цепях с индуктивными и емкостными нелинейными элементами. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Практическое применениенелинейных индуктивностей и емкостей.	ПЗ № 3 Расчет параметров и режимов работы цепей с нелинейными катушками	2
	1.5 Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником, параметры и режимы работы.	ПЗ № 4 Расчет параметров и режимов работы трансформатора со стальным сердечником	2
	Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжения		**6**
	2.1 Метод симметричных составляющих. Симметрич-ные составляющие токов и напряжений. Разложение несимметричной системы векторов токов на симметричные составляющие по заданной методике	ПЗ № 5Разложение несимметричной системы векторов токов на симметричные составляющие по заданной методике	2
	2.2 Схемы замещения несимметричной трехфазной цкпи для симметричных составляю-щих прямой, обратной и нуле-вой последовательностей. Рас-чёт параметров и режимов ра-боты трёхфазных электричес-ких цепей с продольной и поперечной несимметрией.	ПЗ № 6 Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей с продольной и поперечной несимметрией.	2
	2.3 Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях	ПЗ № 7 Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях	2

1	2	3	4
4	Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи		**4**
	3.2 Методы расчета магнитных цепей постоянного и переменного тока электроприводных устройств. Комплексное магнитное сопротивление магнитной цепи. Схемы замещения для расчета параметров и режимов работы магнитных цепей	ПЗ № 8, 9 Составление схем замещения магнитной цепи. Расчет и анализ параметров и режимов работы	**4**
	ИТОГО:		**18**

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование практических занятий	Всего часов
1	2	3	4
4	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами		**2**
	1.4 Периодические процессы в электрических цепях с индуктивми и емкостными нелинейными элементами. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Практическое применениенелинейных индуктивностей и емкостей.	ПЗ № 1 Расчет параметров и режимов работы цепей с нелинейными катушками. Расчет параметров и режимов работы трансформатора со стальным сердечником	2
	1.5 Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником, параметры и режимы работы.		

1	2	3	4
4	Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов ссистем электроснабжения	ПЗ № 2азложение несимметричной системы векторов токов на симметричные составляющие по заданной методике. Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей с продольной и поперечной несимметрией.	**4**
	2.1 Метод симметричных составляющих. Симметричные составляющие токов и напряжений. Разложение несимметричной системы векторов токов на симметричные составляющие по заданной методике		
	2.2 Схемы замещения несимметричной трехфазной цкпи для симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей с продольной и поперечной несимметрией.		2
	2.3 Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях	ПЗ № 3 Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях	2
	ИТОГО:		**6**

2.2.3. Лабораторные работы

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование практических занятий	Всего часов
1	2	3	4
4	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами		**12**
	1.1. Классификация нелинейных элементов. Общая характеристика нелинейных резистивных, индуктивных и ёмкостных элементов. Методы расчета и экспериментального определения параметров и режимов работы нелинецных электрических цепей постоянного тока	ЛР №1 Исследование нелинейных электрических цепей постоянного тока	2

1	2	3	4
4	1.2. Нелинейные сопротивления, как генераторы высших гармоник тока и напряжения в цепях переменного тока. Способы аппроксимации характеристик нелинейных элементов: кусочно-линейная, степенная.	ДР № 2 Исследование режимов работы электрической цепи переменного тока с нелинейными элементами	2
	1.3 Простейшие графические, графоаналитические и аналитические методы анализа параметров и режимов нелинейных электрических цепей. Однофазные и трехфазные выпрямители	ДР № 3 Исследование режи-мов работы электрической цепи переменного тока с однофазным и трехфазным выпрямителем.	2
	1.4 Периодические процессы в электри-ческих цепях с индуктивными и емкостными нелинейными элементами. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Практическое применения нелинейных индуктивностей и емкостей.	ЛР № 4 Исследование электрической цепи с катушкой индуктивности	2
	1.6 Явление феррорезонанса. Феррорезонанс напряжений. Феррорезонанс токов. Триггерный эффект. Феррорезонансный стабилизатор напряжения.	ЛР № 5 Исследование феррорезонансной цепи при последовательном включении нелинейной индуктивности и емкости ЛР № 6 Исследование фер-рорезонансной цепи при параллельном включении нелинейной индуктивности и емкости	4
	Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжения		**2**
4	2.4 Теорема об активном двухполюснике для симметричных составляющих. и её использование при анализе аварийных режимов, а также при подключении несимметричной нагрузки. Фильтры симметричных составляющих	ЛР № 7 Исследование фильтров симметричных составляющих	2
	Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи	ЛР № 8, 9 Исследование магнитных неразветвлен-ных и разветвленных цепей с магнитопроводами из разных ферромагнитных материалов	**4**
	3.1 Магнитные свойства материалов. Ферромагнитные материалы их влияние на параметры и режимы работы электротехнических цепей		**4**
	ИТОГО:		**18**

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование практических занятий	Всего часов
1	2	3	4
4	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами		**4**
	1.1. Классификация нелинейных элементов, их общая характеристика нелинейных резистивных, индуктивных и ёмкостных элементов. Методы расчета и экспериментального определения параметров и режимов работы нелинейных электрических цепей постоянного тока	ЛР №1 Исследование нелинейных электрических цепей постоянного тока	2
	1.6 Явление феррорезонанса. Феррорезонанс напряжений. Феррорезонанс токов. Триггерный эффект. Феррорезонансный стабилизатор напряжения.	ЛР № 2 Исследование феррорезонансной цепи при последовательном и параллельном включении нелинейной индуктивности и емкости	2
	Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи		**4**
	3.1 Магнитные свойства материалов. Ферромагнитные материалы их влияние на параметры и режимы работы электротехнических цепей	ЛР № 3 Исследование магнитных неразветвленных и разветвленных цепей с магнитопроводами из разных ферромагнитных материалов	**2**
	ИТОГО:		**6**

2.3. Самостоятельная работа студента

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4
4	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами		**14**
	1.1. Классификация нелинейных элемен-тов. Их общая характеристика. Методы расчета и экспериментального определения параметров и режимов работы нелинейных электрических цепей постоянного тока	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Подготовка к лабораторной работе. Решение индивидуальной задачи	2

1	2	3	4
4	1.2. Нелинейные сопротивления, как генераторы высших гармоник тока и напряжения в цепях переменного тока. Способы аппроксимации характеристик нелинейных элементов: кусочно-линейная, степенная.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Подготовка к лабораторной работе. Решение индивидуальной задачи	2
	1.3 Простейшие графические, графоаналитические и аналитические методы анализа параметров и режимов нелинейных электрических цепей. Однофазные и трехфазные выпрямители	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Подготовка к лабораторной работе. Решение индивидуальной задачи	2
	1.4 Периодические процессы в электрических цепях с индуктивными и емкостными нелинейными элементами. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Практическое примененииене линейных индуктивностей и емкостей.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Подготовка к лабораторной работе. Решение индивидуальной задачи	2
	1.5 Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником, параметры и режимы работы.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий.	2
	1.6 Явление феррорезонанса. Феррорезонанс напряжений. Феррорезонанс токов. Триггерный эффект. Феррорезонансный стабилизатор напряжения.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Подготовка к лабораторной работе. Решение индивидуальной задачи	4
	Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжения		**30**
	2.1 Метод симметричных составляющих: Симметричные составляющие токов и напряжений. Разложение несимметричной системы векторов токов на симметричные составляющие по заданной методике	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Решение индивидуальной задачи	2
	2.2 Схемы замещения несимметричной трехфазной цепи для симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей с продольной и поперечной несимметрией.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Подготовка к лабораторной работе. Решение индивидуальной задачи	4

1	2	3	4
	2.3 Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Решение индивидуальной задачи	20
	2.4 Теорема об активном двухполюснике для симметричных составляющих и её использование при анализе режимов однофазного короткого замыкания на землю, двухфазного короткого замыкания, а также при подключении несимметричной нагрузки. Фильтры симметричных составляющих	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Подготовка к лабораторной работе. Решение индивидуальной задачи	4
4	Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи		**10**
	3.1 Магнитные свойства материалов. Ферромагнитные материалы их влияние на параметры и режимы работы электротехнических цепей.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Подготовка к лабораторной работе. Решение индивидуальной задачи	6
	3.2 Методы расчета магнитных цепей постоянного и переменного тока электроприводных устройств. Комплексное магнитное сопротивление магнитной цепи. Схемы замещения для расчета параметров и режимов работы магнитных цепей	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий.	4
ИТОГО:			108
Подготовка к промежуточной аттестации			36

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4
	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами		**36**
4	1.1. Классификация нелинейных элементов. Общая характеристика нелинейных резистивных, индуктивных и ёмкостных элементов. Методы расчета и экспериментального определения параметров и режимов работы нелинейных электрических цепей постоянного тока	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Подготовка к лабораторной работе. Решение индивидуальной задачи	4

1	2	3	4
4	1.2. Нелинейные сопротивления, как генераторы высших гармоник тока и напряжения в цепях переменного тока. Способы аппроксимации характеристик нелинейных элементов: кусочно-линейная, степенная.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Решение индивидуальной задачи	6
	1.3 Простейшие графические, графоаналитические и аналитические методы анализа параметров и режимов нелинейных электрических цепей. Однофазные и трехфазные выпрямители	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Решение индивидуальной задачи	4
	1.4 Периодические процессы в электрических цепях с индуктивными и емкостными нелинейными элементами. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Практическое применения нелинейных индуктивностей и емкостей.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Решение индивидуальной задачи	6
	1.5 Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником, параметры и режимы работы.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Решение индивидуальной задачи.	8
	1.6 Явление феррорезонанса. Феррорезонанс напряжений. Феррорезонанс токов. Триггерный эффект. Феррорезонансный стабилизатор напряжения.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Подготовка к лабораторной работе.	8
	Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжения		**59**
	2.1 Метод симметричных составляющих: Симметричные составляющие токов и напряжений. Разложение несимметричной системы векторов токов на симметричные составляющие по заданной методике	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Решение индивидуальной задачи	10
	2.2 Схемы замещения несимметричной трехфазной цепи для симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей с продольной и поперечной несимметрией.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Решение индивидуальной задачи	10
	2.3 Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Решение индивидуальной задачи	30

1	2	3	4
4	2.4 Теорема об активном двухполюснике для симметричных составляющих и её использование при анализе режимов однофазного короткого замыкания на землю, двухфазного короткого замыкания, а также при подключении несимметричной нагрузки. Фильтры симметричных составляющих	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Решение индивидуальной задачи	9
	Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи		**24**
	3.1 Магнитные свойства материалов. Ферромагнитные материалы их влияние на параметры и режимы работы электротехнических цепей.	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий. Подготовка к лабораторной работе. Решение индивидуальной задачи	10
	3.2 Методы расчета магнитных цепей постоянного и переменного тока электроприводных устройств. Комплексное магнитное сопротивление магнитной цепи. Схемы замещения для расчета параметров и режимов работы магнитных цепей	Проработка конспектов лекций, материала учебных пособий.	14
ИТОГО:			119
Подготовка к промежуточной аттестации			9

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Очная форма обучения

№ семе-стра	Виды учебной работы	Образовательные технологии (инновационные и интерактивные)	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
1	2	3	4
4	Практические занятия № 1-6	решение практико-ориентированных задач	групповое
	Практические занятия № 7-9	решение практико-ориентированных задач, исследование режима работы электрической цепи	групповое
	Лабораторная работа № 1 -9	экспериментальное исследование	групповое
	Лабораторная работа № 2, 3, 8, 9	компьютерная симуляция, экспериментальное исследование	индивидуальные

Занятия в интерактивной форме в объеме 36 часов, в том числе:
практические занятия – 18 часов,
лабораторные работы – 18 часов

Заочная форма обучения

№ семе-стра	Виды учебной работы	Образовательные технологии (инновационные и интерактивные)	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
1	2	3	4
4	Практическое занятие № 1,2,3	решение практико-ориентированных задач, исследование режима работы электрической цепи	групповое
	Лабораторная работа № 1 -3	экспериментальное исследование	групповое

Занятия в интерактивной форме в объеме 12 часов, в том числе:
практические занятия – 6 часов,
лабораторные работы – 6 часов
.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Очная форма обучения

№ семестра	Виды контроля и аттестации (Тат, ПрАт*)	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства		
			Форма	Количество вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
1	2	3	4	5	6
4	Тат	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами	РК-1	2	6
		Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжения	РК-2	1	6
			РК-3	1	6
			РР	1	25
		Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи	РК-4	1	4
	ПрАт	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами	Экзамен (по билетам)	2 вопроса и 1 задача	25
		Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжени			
		Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи			

* ВК – входной контроль, Тат – текущая аттестация, ПрАт – промежуточная аттестация, РК – рейтинг-контроль, РР – расчетно-графическая работа.

Заочная форма обучения

№ семестра	Виды контроля и аттестации (Тат, ПрАт*)	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства		
			Форма	Количество вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
1	2	3	4	5	6
4	Тат	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами	ИЗ	1	25

1	2	3	4	5	6
	Тат	Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжения	ИЗ, КР	1	25-
	Тат	Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи	ИЗ	1	25
	ПрАт	Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами	Экза-мен (по билет-ам)	2 вопро-са и 1 задача	25
		Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжения			
		Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи			

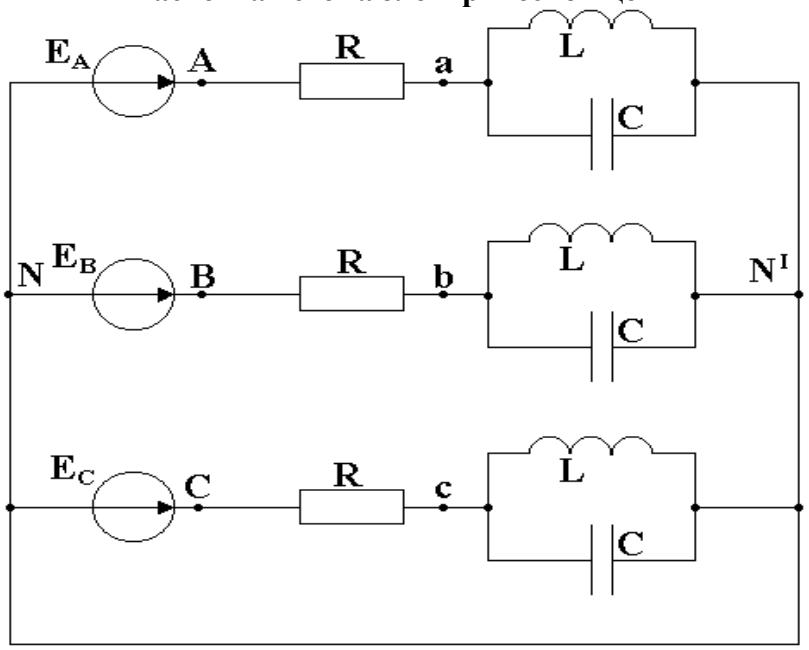
* ВК – входной контроль, Тат – текущая аттестация, ПрАт – промежуточная аттестация, ИЗ–индивидуальня задача, КР – контрольная работа.

4.2. Темы расчетных работ для очного обучения и контрольной работы для заочного обучения

Пример задания к расчетно-графической работе работе

Исходные данные: В симметричной трехфазной цепи заданы: *R, L, C* и ординаты кривой $e_A(\omega t)$ или $e_{AB}(\omega t)$.

Расчетная схема электрической цепи



Параметры : R=4,2Ом; L = $7{,}5\cdot10^{-3}$Гн; C=$37{,}5\cdot10^{-6}$Ф и точки C, N^{I}

Мгновенные значения ЭДС фазы А заданы таблично:

ωt,	0	15	30	45	60	75	90	105
e(ωt)	175	194,7	173	139,9	125	139,3	173	194

ωt	120	135	150	165	180	195	210	225
e(ωt)	175	104,8	0	-104,8	-175	-194,6	-173	-139,9

ωt	240	255	270	285	300	315	330	345
e(ωt)	-125	-139,3	-173	-194,6	-175	-104,8	0	104,8

Требуется:

1. Разложить кривую $e_A(\omega t)$ или $e_{AB}(\omega t)$ в тригонометрический ряд, построить в одних осях эту кривую и составляющие ее гармоники и записать выражения для $e_B(\omega t)$ и $e_C(\omega t)$ или $e_{BC}(\omega t)$ и $e_{CA}(\omega t)$.

2. Определить мгновенное значение напряжения между точками, указанными в нижней строке таблицы, и его действующее значение.

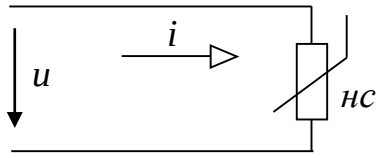
3. Определить активную *P* и полную *S* мощности трехфазной системы, коэффициент мощности.

4. Определить линейные токи при указанном в задании аварийном режиме и разложить их на симметричные составляющие.

Примерные задания для контрольной работы для заочного обучения

Вариант XX

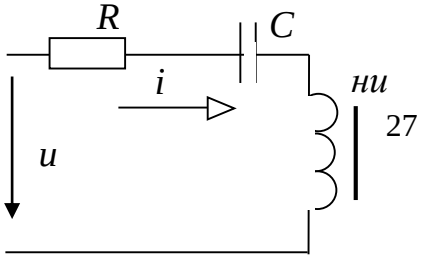
1. К нелинейному сопротивлению, заданному вольт-амперной характеристикой, приложено напряжение $u = 80\sin\omega t$, В. Определить действующее значение тока.



Вольт-амперная характеристика нелинейного сопротивления

u, В	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
i, А	0	1	1,8	2,6	3,2	3,6	4	4,4	4,6	4,9

2. В цепи, состоящей из последовательно

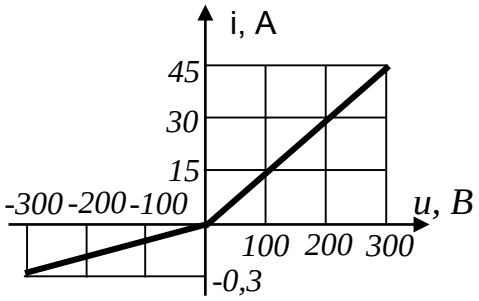


соединенных резистора сопротивлением *R=60Ом*, конденсатора емкостью *C=29мкФ* и нелинейной индуктивности, протекает ток, действующее значение которого *I=0,8A*. Частота тока *f = 50 Гц*. Определить напряжение на входе цепи и построить векторную диаграмму.

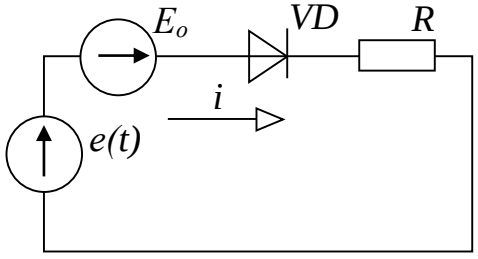
Вольт-амперная характеристика нелинейной индуктивности

U, B	*0*	*45*	*70*	*90*	*100*	*106*	*112*	*116*	*120*	*130*
I, A	*0*	*0,2*	*0,4*	*0,6*	*0,8*	*1*	*1,2*	*1,4*	*1,6*	*2*

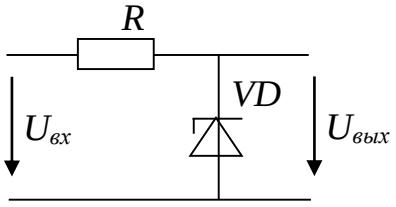
3. Электрический вентиль, вольт-амперная характеристика которого аппроксимирована двумя прямыми, включен последовательно с активной нагрузкой *R = 400Ом*. Напряжение питания *u = 350sinωt*, В. Построить график зависимости тока от времени *i(ωt)*, определить его среднее и действующее значение. Определить активную и полную мощности источника.



5. В электрической цепи с вентилем действуют синусоидальная ЭДС *e(t) = 150sin(ωt+30°), B* и постоянная ЭДС *E_o = 60 B*. Диод идеальный, активное сопротивление резистора *R = 900Ом*. Построить график изменения тока и напряжения на диоде во времени *i(ωt)* и *$u_д$(ωt)*.



5. Дан стабилизатор напряжения. Определить напряжение на выходе *$U_{вых}$*, если входное напряжение *$U_{вх}$ = 60B*, балластное сопротивление *R = 300Ом*. Рассчитать коэффициент стабилизации *$к_{ст}$*.



Вольт-амперная характеристика стабилитрона

U, В	0	18	33	36	37,5	39	42
I, мА	0	6	12	24	84	144	168

6. Определить токи I_A, I_B, I_C, I_N и напряжения $U_{aN'}$, $U_{bN'}$, $U_{cN'}$, U_{ab}, U_{ca}. Построить векторную диаграмму токов и напряжений в начале линии.

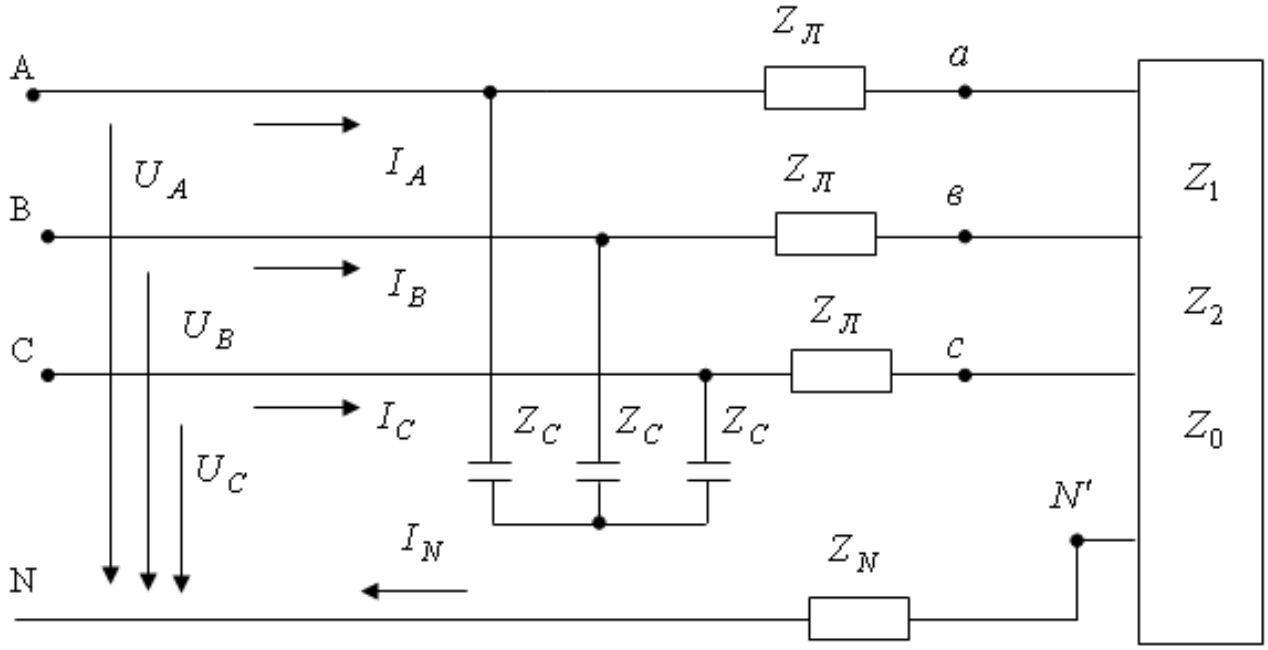


Схема исходной электрической цепи

Исходные данные к задаче 6.

№ Вар.	U_{AB}, В	U_{BC}, В	U_{CA}, В	$\underline{U}_A$, В	$\underline{Z}_{Л1}=\underline{Z}_{Л2}=\underline{Z}_{Л0}$	X_C Ом	$\underline{Z}_1$, Ом	$\underline{Z}_2$, Ом	$\underline{Z}_0$, Ом	$\underline{Z}_N$, Ом
11	300	450	250	$230e^{-j30^o}$	1,5+j1,0	20	30+j35	25+j10	j20	2,0

4.3 Вопросы к экзамену

№ вопроса	Вопросы	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3
1	Классификация нелинейных элементов. Общая характеристика нелинейных резистивных, индуктивных и ёмкостных элементов. Основные их характеристики	ПК-1,3, ПК-4.1 ПК-5.1
2	Методы расчета параметров нелинейных электрических цепей постоянного тока	ПК-1.3, ПК-3.2
3	Методы расчета режимов работы нелинейных электрических цепей постоянного тока	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

1	2	3
4	Методы экспериментального определения параметров нелинейных электрических цепей постоянного тока	ПК-3.1, ПК-3.2
5	Методы экспериментального определения и режимов работы нелинейных электрических цепей постоянного тока	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6	Нелинейные сопротивления, как генераторы высших гармоник тока и напряжения в цепях переменного тока.	ПК-4.3
7	Способы аппроксимации характеристик нелинейных элементов: кусочно-линейная, степенная	К-1,3,
8	Простейшие графические, графоаналитические и аналитические методы анализа параметров и режимов нелинейных электрических цепей.	ПК-1.3, ПК-4.1
9	Однофазные выпрямители. Параметры и режимы работы	ПК-4.2
10	Трехфазные выпрямители. Параметры и режимы работы	ПК-4.2
11	Периодические процессы в электрических цепях с индуктивными и емкостными нелинейными элементами.	ПК-4.1, ПК-4.3
12	Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником.	ПК-3.1, ПК-4.3
13	Практическое применение нелинейных индуктивностей и емкостей	ПК-5.1
14	Трансформатор с ферромагнитным сердечником. Параметры. Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения	ПК-3.1, ПК-4.3, ПК-5.1
15	Трансформатор с ферромагнитным сердечником. Режимы работы.	ПК-3.1, ПК-4.3, ПК-5.1
16	Явление феррорезонанса. Триггерный эффект. Феррорезонанс напряжений.	ПК-3.1, ПК-4.3, ПК-5.1
17	Феррорезонанс токов..	ПК-3.1, ПК-4.3
18	Феррорезонансный стабилизатор напряжения	ПК-3.1, ПК-4.3, ПК.5.1
19	Метод симметричных составляющих: Симметричные составляющие токов и напряжений.	ПК-1.3, ПК-4.3, ПК-5-1
20	Разложение несимметричной системы векторов токов на симметричные составляющие аналитическим методом	ПК-1.3, ПК-5-1
21	Разложение несимметричной системы векторов токов на симметричные составляющие графическим способом	ПК-1.3, ПК-5-1
22	Схемы замещения несимметричной трехфазной цепи для симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей	ПК-1.3, ПК-4.3, ПК-5-1
23	Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей с продольной несимметрией методом симметричных составляющих	ПК-1.3, ПК-4.3, ПК-5-1
24	Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей с поперечной несимметрией методом симметричных составляющих	ПК-1.3, ПК-4.3, ПК-5-1

4.4 Примерные варианты экзаменационных задач

1. Фазное напряжение симметричного потребителя, включенного по схеме звезда без нулевого провода, равно

$u_B = 200 \sin \omega t + 30 \sin(2\omega t + 30^o) + 5 \sin(3\omega t + 10^o)$ В.

Что будет показывать вольтметр, включенный между линейными проводами А и В?

2. Что покажет амперметр , включенный в нейтральный провод, если в фазе В симметричного потребителя , включенного по схеме звезда с нулевым проводом

$i_B = 30 \sin \omega t + 5 \sin 2\omega t + 3 \sin(3\omega t + 45^o) + 0{,}6 \sin(5\omega t + 30^0)$ А ?.

3. ЭДС обмотки АВ генератора, соединенного по схеме треугольник равна:

$e_{AB} = 200 \sin \omega t + 30 \sin 2\omega t + 5 \sin(3\omega t + 10^0)$ В.

Чему равны показания вольтметра, включенного последовательно с обмотками генератора?

4. Составить схемы замещения трехфазной сети для симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей для использования метода симметричных составляющих.

5. Разложить на симметричные составляющие прямой, обратной и нулевой последовательностей систему векторов токов (напряжений, ЭДС) аналитическим способом.

6. Разложить на симметричные составляющие прямой, обратной и нулевой последовательностей систему векторов токов (напряжений, ЭДС) графическим способом.

7. Составить систему уравнений по законам Кирхгофа для разветвленной магнитной цепи.

8. Рассчитать магнитный поток в неразветвленной магнитной цепи при заданных параметрах магнитопровода и числе витков катушки.

9. Рассичтать магнитодвижущую силу в неразветвленном магнитопроводе, если известны размеры и материал магнитопровода, а также значение магнитного потока.

10. Построить вебер-амперную характеристику для ветви магнитной цепи.

11. К нелинейному сопротивлению, заданному вольт-амперной характеристикой, таблица1 приложено напряжение $u = U_m \sin\omega t$, В. Определить действующее значение тока для заданной амплитуды и частоты.

12. Построить кривую напряжения и определить действующие значение напряжения, если кривая не линейного сопротивления задана таблицей для действующих значений.

U,B	0	2	4	7	10	16	2	50	80
I,A	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Кривая симметричная относительно начала координат. Ток $i = 7 \sin\omega t$, А

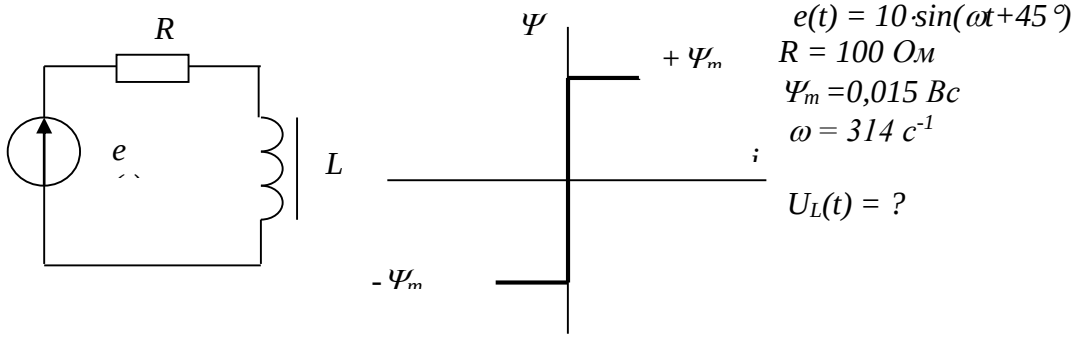
13. В электрической цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора сопротивлением R, конденсатора ёмкостью **C** и нелинейной индуктивности **L** (вольт-амперная характеристика задана таблицей, протекает ток, действующее значение которого I=1 А. Частота тока 50 Гц. Для заданных значений сопротивления и ёмкости определить напряжение на входе электрической цепи и построить векторную диаграмму.

14. Электрический вентиль, вольт-амперная характеристика которого аппроксимирована двумя прямыми, включен последовательно с активной нагрузкой R. Напряжение питания $u = U_m \sin\omega t$, В. Для заданных значений сопротивления и напряжение питания построить график зависимости тока от времени i(t), определить его среднее и действующее значения. Определить активную и полную мощности источника.

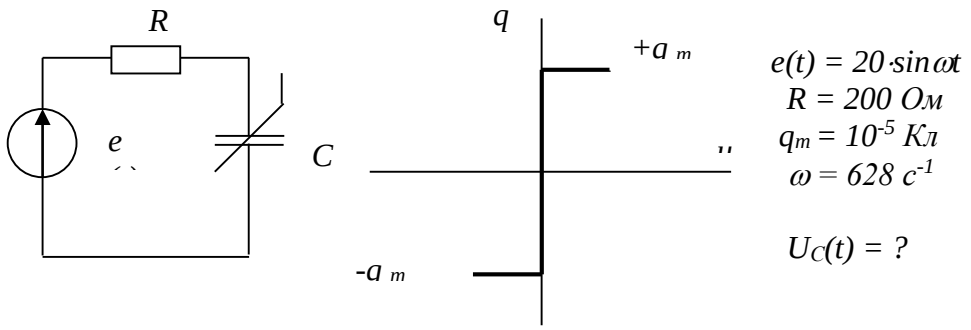
15. В электрической цепи с вентилем последовательно включены синусоидальная ЭДС $e(t) = E_m \sin(\omega t + \varphi)$, В, постоянная ЭДС E и активное сопротивление. Диод идеальный, активное сопротивление резистора R. Для заданных значений сопротивления резистора синусоидальной и постоянной ЭДС построить график изменения тока и напряжения на диоде во времени ***i***(ωt) и u(ωt).

16. Дана электрическая схема включения стабилизатора напряжения (вольт-амперная характеристика задана таблица 3). Для заданных значений входного напряжение $U_{вх}$, и балластного сопротивления R определить напряжение на выходе $U_{вых}$,. Рассчитать коэффициент стабилизации $K_{ст}$.

17 Рассчитать ток (потокосцепление) в электричекой цепи с нелинейной индуктивностью, характеристика которого представлена на рисунке.



18 Рассчитать ток (изменение заряда) в электричекой цепи с нелинейной емкостью, характеристика которой представлена на рисунке.



4.5 Образец экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ Н ОБРАЗОВАНИЯ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ ФГБОУ ВО Донской ГАУ

КАФЕДРА: ЭЭОи ЭМ
Направление подготовки:
13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
Дисциплина: _____
Курс __ Семестр __
Обучение: Очное

Утверждено на заседании
кафедры ЭЭО и ЭМ
протокол № _ от «_» _____20_г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __

1. Теоретический вопрос.
2. Теоретический вопрос.
3. Задача.

Зав.кафедрой _____ /_____ / Экзаменатор _____/_____./
(подпись) (Ф.И.О.) (подпись) (Ф.И.О.)

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п\п	Наименование	Авторы	Год и место издания	Использ-уется при изуче-нии разделов	Се-местр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	на кафед-ре
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Теоретические основы электротехники: учебник – 5-е изд., перераб. и доп. – Доп. НМС М-ва образования и науки РФ. -	Башарин, С.А. Федоров В. В.	М. : Академия, 2013	1-3	4	10	--
2	Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей и электромагнитного поля: учебное пособие – 4-е изд., перераб. и доп. – (Высшее профессиональное образование).	Башарин С.А.	М. : Академия, 2010. – 368 с.	1-3	4	7	-
3	Теория линейных электрических цепей [Электронный ресурс] : учебник	Белецкий А.Ф.	СПб. : Лань, 2022, 544 с.	1	4	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/209825	
4	Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Электронный ресурс]: учебное пособие.	Аполлонский С.М.	СПб. : Лань, 2022, 592 с.	2	4	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210824	

5.2. Дополнительная литература

№ п\п	Наименование	Авторы	Год и место издания	Использ-уется при изуче-нии разделов	Се-местр	Количество экземпляров	
						в библио-теке	на кафед-ре
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Сборник задач по основам теоретической электротехники [Электронный ресурс] : учебное пособие	Бычков Ю.А., Золотницкий В.М., Чернышев Э.П [и др.].	СПб.: Лань, 2022, 400 с.	1-3	4	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210608	
2	Расчет магнитных цепей при постоянных магнитных потоках. [Электронный ресурс] : учебное пособие	Тарасенко И.А.	Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010, 400 с.	2	4	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/52359	
3	Расчет нелинейных электрических цепей [Электронный ресурс] : учебное пособие.	Смирнов А.В., Тарасенко И.А	Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006	3	4	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/52324	

5.3. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и другие Интернет-ресурсы

1. Журналы:

   Новости электротехники: Информационно-справочное издание. / СПб.: «ПО ЛЭМЗ», – Выходит 2 раза в месяц.

   Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»(http://window.edu.ru).
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru)
3. «Университетская библиотека онлайн. Электронно-библиотечная система», ООО «Некс-Медиа» (http:// www.biblioclub.ru), Интернет-ресурсы:

   http://www.6pl.ru/gost/gost.html;

   http://www.energoportal.ru/ - Электротехнический портал

   http://electrofaq.com/ - Учебные материалы по электротехническим предметам

   https://elektroportal.ru/page/5 Центральный электротехнический портал

   http://www.eprussia.ru/ - Информационный портал «Энергетика и промышленность России»

5.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса

(если используется операционная система Windows)

Виды учебных занятий, самостоятельная работа	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	**2**	**3**
Лекции (все модули)	Операционная система SimplyLinux	Свободное программное обеспечение с комплектом бесплатного программного обеспечения
	LibreOffice	Свободное программное обеспечение https://ru.libreoffice.org
	Яндекс.Телемост	Бесплатное программное обеспечениеhttps://telemost.yandex.ru
Практические занятия	Операционная система SimplyLinux	Свободное программное обеспечение с комплектом бесплатного программного обеспечения
	Python	Свободное программное обеспечение
	Яндекс.Телемост	Бесплатное программное обеспечениеhttps://telemost.yandex.ru
Лабораторные работы	Операционная система SimplyLinux	Свободное программное обеспечение с комплектом бесплатного программного обеспечения
	Python	Свободное программное обеспечение
Самостоятельная работа	Операционная система SimplyLinux	Свободное программное обеспечение с комплектом бесплатного программного обеспечения
	LibreOffice	Свободное программное обеспечение https://ru.libreoffice.org
	Python	Свободное программное обеспечение

5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п\п	№ семестра	Вид самостоятельной работы	Авторы	Наименование	Год и место издания
1	2	3	4	5	6
1	4	Выполнение лабораторных работ работы	Забродина О.Б., Кобзистый О.В.	Прикладные вопросы электротехники: методические указания к выполнению лабораторных работ -	Зерноград: РИО АЧИИ ФГБОУ ВО «Донской ГАУ, 2026.

1	2	3	4	5	6
2	4	Выполнение расчетно-графической работы	Забродина О.Б. Кобзистый О.В.	**Прикладные вопросы электротехники**: Учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.	Азово-Черноморс-кий инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ; -, Зерноград, 2024 г. – 53 с.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
1-225 Аудитория для лекционных, практических занятий, курсового проектирования и самостоятельной работы. Лаборатория теоретических основ электротехники 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Комплект учебной мебели. Мониторы Samsung 920 NW – 10 штук С2,8Ггц, 512MB, 80Gb HDD – 8 штук Переносной комплект мультимедийного оборудования: проектор мультимедийный Benq, экран на треноге. Ноутбук . Доска меловая. Посадочных мест 30
1-226 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория электротехники и основ электроники 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Комплект учебной мебели. Мультимедийный проектор переносной BenQ PB2250, ноутбук ACER Aspire 3692WLMi. Открытое ПО бесплатная лицензия Доска меловая. Посадочных мест 24.
2-252 Читальный зал для самостоятельной работы 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	15 рабочих мест для самостоятельной работы , объединенные в локальную сеть с выходом в сеть Internet. Системный блок Core i3 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 5 шт. Системный блок Celeron J3060 1,6 Ггц, 4 Gb, 128 Gb SSD - 10 шт., монитор Phillips 2205– 5 шт., монитор Samsung SyncMaster 923m - 10шт., принтер Epson LX-1170 Посадочных мест 114
Электронный читальный зал. Аудитория **№ 2-170б** – II корпуса для самостоятельной работы. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	Имеется 10 компьютеров, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet, с доступом к электронно-библиотечной системе «Лань» и ЭБС «Университетская библиотека онлайн», СПС «КонсультантПлюс: ВерсияПроф». Ведётся медиатека – имеется 1458 электронных текстов изданий.
Аудитория № **1-314а 1** корпуса – помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Специализированная мебель и оборудование для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

7 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
1	2
Лекции	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, справочников. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение задач по алгоритму и др.
Лабораторные работы	Методические указания по выполнению лабораторных работ, выдаваемые преподавателем
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.