МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

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

Бутенко Александр Федорович
Подписано цифровой подписью: Бутенко Александр Федорович
Дата: 2024.04.18 15:23:58 +03'00'

**УТВЕРЖДАЮ**
**Директор**
_____**А.Ф. Бутенко**

«18» апреля **2024 г.**

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины** Б1.В.03 «Прикладные вопросы электротехники»

**Направление подготовки** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Профиль** "Электроснабжение"

**Факультет** "Энергетический"

**Кафедра** "Электроэнергетика и теплоэнергетика"

**Форма обучения** очная, заочная

**Квалификация выпускника – бакалавр**

**Зерноград-2024**

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 2023) одобрен Ученым советом Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ.
Протокол № 7 от «29» февраля 2024 г

Рабочая программа учебной Б1.В. 03 «Прикладные вопросы электротехники» одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетика теплоэнергетика»
Протокол № 7 от «12» марта 2024 г.

Заведующая кафедрой
к.т.н., доцент О.Б. Забродина

Рабочая программа учебной дисциплины Б1.В. 03 «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 «29» марта 2024 г.

Председатель методической комиссии
к.т.н., доцент О.Б. Забродина

Разработчик:
Заведующая кафедрой, 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. Вопросы к экзамену…… ……. | 26 |
| 4.3. Примерные варианты экзаменационных задач …….. | 28 |
| 4.4 Образец экзаменационного билета …… | 30 |
| 5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины……. | 31 |
| 5.1. Основная литература…… | 31 |
| 5.2. Дополнительная литература……..…… | 32 |
| 5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы …….. | 32 |
| 5.4. Программное обеспечение учебного процесса…..……... | 33 |
| 5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы | 33 |
| 6. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины……..……..... | 34 |
| 7. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины..... | 35 |
| Приложение 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации | |
| Приложение 2 Лист переутверждения рабочей программы дисциплины | |

# 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 состояния 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 аппараты и электропривод», «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<br>Уметь: обосновать выбор параметров нелинейных электрических и магнитных цепей, используемых в системах электроснабжения<br>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,<br>Уметь: составлять схемы замещения электротехнических устройств, выбирать методы расчета параметров, методы их экспериментального определения.<br>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.<br>Уметь: выбрать метод расчета и (или) экспериментального определения режима работы электроприводных устройств с нелинейными элементами и магнитными цепями .<br>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 электротехнологичес-ких устройств систем электроснабжения | Знать: особенности режимов работы электрических и магнит-ных цепей электротехнологичес-ких устройств систем электроснабжения.<br>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.<br>Уметь: составить схемы замещения системы электроснабжения в рабочем и аварийных режимах для расчета методом симметричных составляющих.<br>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<br>Уметь: выбрать для данной ситуации способ обеспечения заданных параметров и режимов систем электроснабжения<br>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** | **24** |
| **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<br>1.2. Нелинейные сопротивления, как генераторы высших гармоник тока и напряжения в цепях переменного тока. Способы аппроксимации характеристик нелинейных элементов: кусочно-линейная, степенная.<br>1.3. Простейшие графические, графоаналитические и аналитические методы анализа параметров и режимов нелинейных электрических цепей. Однофазные и трехфазные выпрямители.<br>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.<br>1.5. Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником, параметры и режимы работы.<br>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<br>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.<br>2.3 Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях.<br>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.<br>2.5 Фильтры симметричных составляющих |

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| | Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи | 3.1. Магнитные свойства материалов. Ферромагнитные материалы их влияние на параметры и режимы работы электротехнических цепей.<br>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 | Всего | |
| 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 индивидуальных задач, отчет по лабораторным 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 лаборатор-ным 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. 2.4 | 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. 2.3 | - | 2 | - | 10 | 12 | |
| | 2.4 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 | 2.5 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 применение нелинейных 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. Симметричные 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 цепи для симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчёт параметров и режимов работы трёхфазных электрических 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 индуктивными и емкостными нелинейными элементами. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Практическое применение нелинейных 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 систем 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 цепи 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 нелинейных 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 режимов работы электрической цепи переменного тока с однофазным и трехфазным выпрямителем. | 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 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<br>ЛР № 6 Исследование феррорезонансной 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 режимов однофазного короткого замыкания на землю, двухфазного короткого замыкания, 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 неразветвленных 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. 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 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 | 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 применение нелинейных 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 |
|---|---|---|---|
| 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 |
| | 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 |
| 4 | Раздел 1. Расчет параметров и режимов работы электротехнических устройств с нелинейными элементами | | **36** |
| | 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. | 8 |
| | 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 | 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

.

В исключительных случаях применяется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии (ЭО и ДОТ), включая проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Реализация программы дисциплины с использованием ЭО и ДОТ осуществляется по усмотрению ведущего преподавателя с учетом технических возможностей обучающихся с использованием программных средств, обеспечивающих применение элементов ЭО и ДОТ в Институте, путем синхронного и асинхронного взаимодействия, к которым могут относиться:

- электронная информационно-образовательная среда Института;

- групповая голосовая конференция в мессенджерах (Яндекс.Мессенджер, VK Teams);

- групповой чат в мессенджерах Яндекс.Мессенджер, социальной сети ВКонтакте;

- онлайн видеоконференция в Яндекс.Телемост;

- видеозаписи лекций педагогических работников Института, размещённые на различных видеохостингах (например, на каналах преподавателей) и/или облачных хранилищах (например, Яндекс.Диск).

## 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 электроснабжения | | | |
| | | Раздел 3. Параметры и режимы работы электротехнических устройств, содержащих магнитные цепи | | | |

* ВК – входной контроль, Тат – текущая аттестация, ПрАт – промежуточная аттестация, РК – рейтинг-контроль, РР – расчетная 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 |
| | Тат | Раздел 2 .Метод симметричных составляющих при расчетах и анализе режимов систем электроснабжения | ИЗ | 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 | Экзамен (по билетам) | 2 вопроса 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 – индивидуальная задача.

### 4.2 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 |

### 4,3 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. Рассчитать 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-

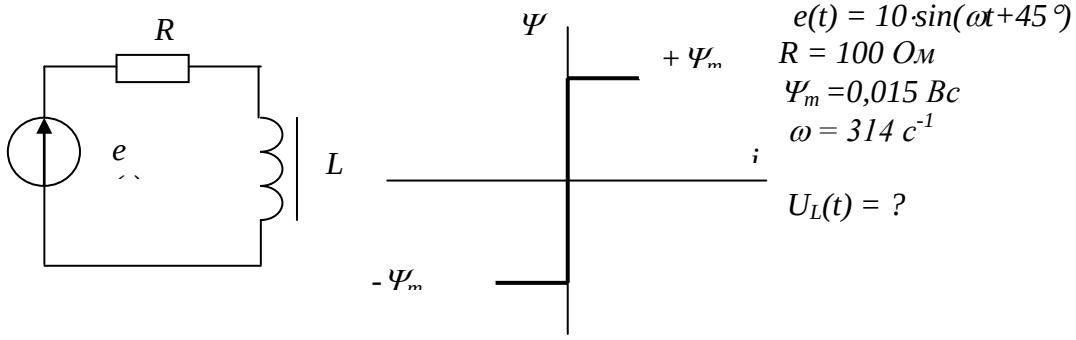
амперная характеристика задана таблицей, протекает ток, действующее значение которого I=1 А. Частота тока 50 Гц. Для заданных значений сопротивления и ёмкости определить напряжение на входе электрической цепи и построить векторную диаграмму.

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.

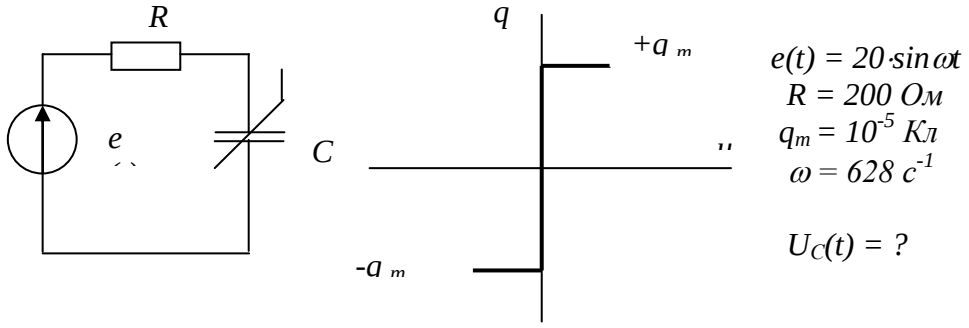
15. В электрической цепи с вентилем последовательно включены синусоидальная ЭДС $e(t) = E_m \sin(\omega t + \varphi)$, В, постоянная ЭДС E и активное сопротивление. Диод идеальный, активное сопротивление резистора R. Для заданных значений сопротивления резистора синусоидальной и постоянной ЭДС построить 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 $К_{ст}$.

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




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



**4.4 Образец экзаменационного билета**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

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

**КАФЕДРА: Э и Т**
**Направление подготовки:**
**13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника** **Утверждено на заседании**
**Дисциплина: _____** **кафедры Э и Т**
Курс __ Семестр __ протокол № _ от «_» _____20_г.
Обучение: Очное

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-зуется 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 | Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] : учебное пособие | Атабеков Г.И. ., Купалян С.Д., Тимофеев А.Б. [и др.]. | СПб.: Лань, 2010 | 2 | 4 | Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=644 | |
| 4 | Теория линейных электрических цепей [Электронный ресурс] : учебник | Белецкий А.Ф. | СПб. : Лань, 2017 | 1 | 4 | Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91910. | |
| 5 | Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Электронный ресурс]: учебное пособие. | Аполлонский С.М. | СПб. : Лань, 2012. | 2 | 4 | Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3188 | |

### 5.2. Дополнительная литература

| № п\п | Наименование | Авторы | Год и место издания | Исполь-зуется 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., Зо-лотницкий В.М., Чернышев Э.П [и др.]. | СПб.: Лань, 2011 | 1-3 | 4 | Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=703 | |
| 2 | Расчет магнитных цепей при постоянных магнитных потоках. [Электронный ресурс] : учебное пособие | Тарасенко И.А. | Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010 | 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. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы

**Интернет ресурсы**

1.Электронная электротехническая библиотека (http://electrolibrary.info).
2.Министерство науки и высшего образования (http://minobrnauki.gov.ru).
3.Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru).
4.ЭБС «Лань» (http:// www.e.lanbook.com).
5.ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (http://www.biblioclub.ru).
6.Электронный журнал «Новости электротехники» (http://www.news.elteh.ru).
7.Моделирование в электроэнергетике (http://www.simenergy.ru).\

**Информационные справочные системы и базы данных**

1. Информационно-аналитический Портал-энерго (http://www.portal-energo.ru).
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»(http://window.edu.ru).
3. Некоммерческая интернет-версия системы КонсультантПлюс (http://base.consultant.ru/).
4. Информационный портал «Энергетика и промышленность России» - http://www.eprussia.ru/

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

**Информационные технологии**

Электронная информационная образовательная среда института обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик; формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий по пересылке и получению электронных сообщений.

### 5.4. Программное обеспечение учебного процесса

1. LibreOffice.

### 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 | Решение индивидуальных задач по дисциплине | Забродина О.Б., Таран Е.Н. | Методические указания к решению индивидуальных задач по дисциплине «Прикладные вопросы электротехники» | Зерноград: РИО АЧИИ ФГБОУ ВО «Донской ГАУ, 2020. |
| 2 | | Выполнение лабораторных работ работы | Забродина О.Б., Исупова А.М. | «Прикладные вопросы электротехники: методические указания к выполнению лабораторных работ». - | Зерноград: РИО АЧИИ ФГБОУ ВО «Донской ГАУ, 2021. |

## 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.<br>Лаборатория теоретических основ электротехники<br><br>347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19. | Комплект учебной мебели.<br>Мониторы Samsung 920 NW – 10 штук<br>С2,8Ггц, 512MB, 80Gb HDD – 8 штук<br>Переносной комплект мультимедийного оборудования: проектор мультимедийный Benq, экран на треноге. Ноутбук .<br>Доска меловая. Посадочных мест 30 |
| 1-226 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций.<br>Аудитория для текущего контроля и промежуточной<br>аттестации.<br>Лаборатория электротехники и основ электроники<br><br>347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19. | Комплект учебной мебели.<br>Мультимедийный проектор переносной BenQ PB2250, ноутбук ACER Aspire 3692WLMi.<br>Открытое ПО бесплатная лицензия<br><br>Доска меловая.<br>Посадочных мест 24. |
| **2-252 Читальный зал** для самостоятельной работы<br>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.<br>Системный блок Core i3 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 5 шт.<br>Системный блок Celeron J3060 1,6 Ггц, 4 Gb, 128 Gb SSD - 10 шт.,<br>монитор Phillips 2205– 5 шт.,<br>монитор Samsung SyncMaster 923m - 10шт.,<br>принтер Epson LX-1170<br>Посадочных мест 114 |
| 1 | 2 |
| **Электронный читальный зал.** Аудитория **№ 2-170б** – II корпуса для самостоятельной работы.<br>347740, Ростовская обл., Зерноградский район, | Имеется 10 компьютеров, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet, с доступом к электронно-библиотечной системе «Лань» и ЭБС «Университетская библиотека |

| | |
|---|---|
| г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30. | онлайн», СПС «КонсультантПлюс: ВерсияПроф». Ведётся медиатека – имеется 1458 электронных текстов изданий.<br>Microsoft Windows 7 Professional – 5шт.<br>MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30 июня 2021 продление в рамках соглашения до 30.06.2024<br>Microsoft Windows 10 Professional – 10 шт.<br>MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30 июня 2021 продление в рамках соглашения до 30.06.2024<br>Антивирусная программа «NANO Антивирус Pro для образовательного учреждения на 150ПК» на период обслуживания 1 год, Не менее чем до 29/01/2020. ЛИЦЕНЗИОННЫЙ ДОГОВОР № 290119-103/ДП - 5шт |
| Аудитория № **1-314а 1** корпуса – помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.<br>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. |