

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной работе

*А.В. Лейфа*  
А.В. Лейфа

« 01 » сентября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

*Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах*

Направление подготовки **13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"**

Направленность (профиль) образовательной программы **Электроэнергетика**  
Квалификация выпускника – **бакалавр**

Год набора **2021**

Форма обучения **очная**

Курс **3**

Семестр **5**

Экзамен **5 семестр**

Общая трудоемкость дисциплины **180 (акад. час.), 5 (з.е.)**

Составитель **Ю.В. Мясоедов, профессор**

Факультет **энергетический**

Кафедра **энергетики**

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28.02.2018.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики  
протокол № 1 от 01 сентября 2021

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО  
Учебно-методическое управление

\_\_\_\_\_  
(подпись) Н.А. Чалкина

«01» сентября 2021 г.

СОГЛАСОВАНО  
Зав. выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись) Н.В. Савина

«01» сентября 2021 г.

СОГЛАСОВАНО  
Директор НБ

\_\_\_\_\_  
(подпись) О.В. Петрович

«01» сентября 2021 г.

СОГЛАСОВАНО  
Центр информационных и  
образовательных технологий

\_\_\_\_\_  
(подпись) А.А. Тодосеев

«01» сентября 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** дисциплины – формирование систематизированных знаний в области переходных процессов как в энергетической системе в целом, так и в отдельных ее элементах, приобретение студентами навыков их расчета при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также неполнофазных режимов.

**Задачи** дисциплины – Использовать методы анализа и моделирования электрических цепей; способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности;

Получение знаний в области методов исследования переходных процессов, практических методов расчета токов короткого замыкания; изучение методов и алгоритмов расчетов токов и напряжений при несимметричных коротких замыканиях и обрывах фаз, в том числе и с помощью промышленных программно-вычислительных комплексов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО:

Данная дисциплина относится к дисциплинам обязательной части образовательной программы.

Для освоения данной дисциплины необходимо знать, уметь и быть готовым применять материал в объеме, изложенном в рабочих программах следующих дисциплин ОП бакалавриата: Высшая математика; Физика; Теоретические основы электротехники;

Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, необходимы для прохождения производственной практики, написания выпускной квалификационной работы.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

### 3.1. Универсальные компетенции и индикаторы их достижения

Отсутствуют

### 3.2. Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

| Категория (группа) общепрофессиональных компетенций      | Код и наименование общепрофессиональной компетенции   | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции  |
|--|---|--|
| Теоретическая и практическая профессиональная подготовка | <b>ОПК-4</b> Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | <b>ИД-2опк-4</b> Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока |

## 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц, **180** академических часов.

| № п/п    | Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация | Семестр  | Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах) |          |          |          |          |          | Контроль (в академических часах) | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Формы текущего контроля успеваемости |
|----------|--|----------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------|--|--------------------------------------|
|          |  |          | Л   | ПЗ       | ЛР       | ИКР      | КТО      | КЭ       |                                  |  |                                      |
| <b>1</b> | <b>2</b>   | <b>3</b> | <b>4</b>  | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b>                        | <b>11</b>                              | <b>12</b>                            |
| 1        | Короткие замыкания в ЭЭС и СЭС. Системы                                      | 5        | 6   | 2        |          |          |          |          |                                  | 10                                     | блиц-опрос на лекции                 |

|   |   |   |           |           |  |          |            |             |           |                      |
|---|---|---|-----------|-----------|--|----------|------------|-------------|-----------|----------------------|
|   | единиц.   |   |           |           |  |          |            |             |           |                      |
| 2 | Переходный процесс в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения. | 5 | 6         | 2         |  |          |            |             | 8         | блиц-опрос на лекции |
| 3 | Установившейся режим трёхфазного к.з.   | 5 | 6         | 2         |  |          |            |             | 8         | блиц-опрос на лекции |
| 4 | Начальный момент внезапного нарушения режима.   | 5 | 6         | 2         |  |          |            |             | 8         | блиц-опрос на лекции |
| 5 | Уравнения электромагнитного переходного процесса СМ.  | 5 | 6         | 2         |  |          |            |             | 8         | блиц-опрос на лекции |
| 6 | Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением выше 1000 В.                              | 5 | 6         | 2         |  |          |            |             | 8         | блиц-опрос на лекции |
| 7 | Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением до 1000 В.                                | 5 | 4         | 2         |  |          |            |             | 8         | блиц-опрос на лекции |
| 8 | Несимметричные короткие замыкания.  | 5 | 6         | 2         |  |          |            |             | 10        | блиц-опрос на лекции |
| 9 | Неполнофазные режимы.   | 5 | 4         |           |  |          |            |             | 8         | блиц-опрос на лекции |
|   | Экзамен   | 5 |           |           |  |          | 0,3        |             |           |                      |
|   | Курсовая работа   | 5 |           |           |  | 2        |            |             |           |                      |
|   | <b>ИТОГО</b>  |   | <b>50</b> | <b>16</b> |  | <b>2</b> | <b>0,3</b> | <b>35,7</b> | <b>76</b> |                      |

Л – лекция; ПЗ – практическое занятие; ЛР – лабораторная работа; СРС – самостоятельная работа студентов; ИКР – иная контактная работа;. КТО – контроль теоретического обучения; КЭ – контроль на экзамене.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Лекции

| № п/п | Наименование темы (раздела)                     | Содержание темы (раздела)  |
|-------|---|--|
| 1     | Короткие замыкания в ЭЭС и СЭС. Системы единиц. | Виды коротких замыканий (к.з), причины их возникновения и последствия. Назначение расчётов переходных процессов и требования к ним. Основные допущения, принимаемые при расчетах. Общий порядок расчета к.з. Использование системы относительных единиц. Составление схемы |

| №<br>п/п | Наименование<br>темы (раздела)   | Содержание темы (раздела)   |
|----------|--|---|
|          |  | замещения системы и определение её параметров..   |
| 2        | Переходный процессы в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения. | Трёхфазное к.з. в неразветвленной цепи, подключённой к источнику синусоидального напряжения. Переходный процесс при трехфазном коротком замыкании (КЗ) в цепи без трансформаторов. Физическая сущность возникновения составляющих тока к.з. Ударный ток к.з. и условия его возникновения. Методы определения ударного коэффициента. Особенности переходного процесса при КЗ в разветвленной цепи. Переходный процесс при включении в сеть трансформатора с разомкнутой вторичной обмоткой. Переходный процесс при КЗ за трансформатором.  |
| 3        | Установившейся режим трёхфазного к.з.  | Основные параметры синхронной машины (СМ). Схема замещения и векторная диаграмма синхронного генератора. Влияние АРВ на установившейся режим к.з. Расчёт установившегося тока к.з. в сложных системах.  |
| 4        | Начальный момент внезапного нарушения режима.  | Переходные и сверхпереходные параметры синхронного генератора. Схема замещения синхронной машины в начальный момент к.з. Расчёт начального сверхпереходного тока в сложных системах. Расчет начального значения периодической составляющей тока КЗ от синхронной машины без учета и с учетом влияния демпферных контуров. Влияние асинхронных электродвигателей и комплексных нагрузок в начальный момент КЗ. Расчет периодической составляющей тока при удаленных КЗ.  |
| 5        | Уравнения электромагнитного переходного процесса СМ.   | Математическая модель синхронной машины, отражающая основные закономерности электромагнитных переходных процессов в машине. Линейные преобразования дифференциальных уравнений переходного процесса. Уравнения Парка-Горева.<br>Переходные процессы в синхронной машине без учета влияния демпферных контуров.<br>Характеристическое уравнение и его корни.<br>Постоянные времени затухания свободных составляющих токов. Изменение тока якоря при трехфазном КЗ. Влияние системы возбуждения на переходный процесс. Переходные процессы при гашении магнитного поля синхронной машины и неуспешном повторном включении на КЗ.<br>Переходные процессы в синхронной машине с учетом влияния демпферных контуров. Переходные процессы в контурах ротора при разомкнутой обмотке якоря. Постоянные времени затухания свободных составляющих токов контуров ротора. Влияние на переходный процесс замкнутой обмотки |

| № п/п | Наименование темы (раздела)                                    | Содержание темы (раздела)   |
|-------|--|---|
|       |  | якоря. Особенности переходных процессов в асинхронных машинах.  |
| 6     | Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением выше 1000 В. | ГОСТ и РД по расчету токов к.з. Расчет периодической составляющей тока трехфазного КЗ в произвольный момент времени методом типовых кривых и методом спрямленных характеристик.   |
| 7     | Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением до 1000 В.   | ГОСТ и РД по расчету токов к.з. Особенности расчетов токов короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1000 В. Расчет периодической составляющей тока трехфазного КЗ в произвольный момент времени методом типовых кривых и методом спрямленных характеристик.   |
| 8     | Несимметричные короткие замыкания.                             | Условия, при которых допустимо применение метода симметричных составляющих для анализа несимметричных режимов. Параметры электрических машин, трансформаторов (автотрансформаторов), обобщенных нагрузок, воздушных линий электропередач и кабелей по отношению к токам разных последовательностей. Граничные условия и основные соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений. Векторные диаграммы напряжений и токов. Учет группы соединения трансформаторов (автотрансформаторов) при определении токов в разных ветвях и напряжений в произвольных точках расчетной схемы. Правило эквивалентности тока прямой последовательности. Комплексные схемы замещения. Сравнение токов при несимметричных КЗ разного вида |
| 9     | Неполнофазные режимы.  | Граничные условия и основные соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений при обрывах фаз. Векторные диаграммы напряжений и токов при продольных несимметриях разного вида. Учет группы соединения трансформаторов (автотрансформаторов) при определении токов в разных ветвях и напряжений в произвольных точках расчетной схемы. Правило эквивалентности тока прямой последовательности при продольной несимметрии и его использование. Комплексные схемы замещения.  |

## 5.2. Практические занятия

Практические занятия проводятся с целью закрепления знаний, полученных при изучении теоретического курса. Тематика практических занятий приведена в таблице.

| № п/п | Наименование темы (раздела)                                   | Содержание темы (раздела)  |
|-------|---|--|
| 1     | Система относительных единиц.                                 | Схемы замещения и их параметры. Способы преобразования схем замещения. |
| 2     | Переходные процессы в сети с источником бесконечной мощности. | Влияние нагрузки на ток к.з. Пуск двигателей как короткое замыкание.   |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | Взаимное влияние двигателей при пуске.  |
| 3 | Расчет токов коротких замыканий                 | Определение составляющих тока к.з. в начальный момент времени. Расчет ударного тока короткого замыкания.  |
| 4 | Переходные процессы при поперечной несимметрии. | Схемы замещения отдельных последовательностей. Правило эквивалентности прямой последовательности. Комплексные схемы замещения при поперечной несимметрии. |

На практических занятиях каждому бакалавру выдаются индивидуальные задания, которые выполняются как на занятиях, так и во внеаудиторное время.

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Форма (вид) самостоятельной работы  | Трудоемкость в акад. часах |
|-------|--|---|----------------------------|
| 1     | Короткие замыкания в ЭЭС и СЭС. Системы единиц.  | подготовка к блиц-опросу на лекции;<br>выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию  | 10                         |
| 2     | Переходные процессы в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения. | подготовка к блиц-опросу на лекции;<br>выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию. | 8                          |
| 3     | Установившейся режим трёхфазного к.з.  | подготовка к блиц-опросу на лекции;<br>выполнение индивидуальных домашних заданий                                       | 8                          |
| 4     | Начальный момент внезапного нарушения режима.  | подготовка к блиц-опросу на лекции;<br>выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию. | 8                          |
| 5     | Уравнения электромагнитного переходного процесса СМ.   | подготовка к блиц-опросу на лекции;<br>выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию. | 8                          |
| 6     | Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением выше 1000 В.                               | подготовка к блиц-опросу на лекции;<br>выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию. | 8                          |
| 7     | Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением до   | подготовка к блиц-опросу на лекции;   | 8                          |

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Форма (вид) самостоятельной работы  | Трудоемкость в акад. часах |
|-------|--|---|----------------------------|
|       | 1000 В.                                | выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию.  |                            |
| 8     | Несимметричные короткие замыкания.     | подготовка к блиц-опросу на лекции;<br>выполнение индивидуальных домашних заданий | 10                         |
| 9     | Неполнофазные режимы.                  | подготовка к блиц-опросу на лекции: выполнение индивидуальных домашних заданий    | 8                          |

### Курсовая работа

Отдельным видом самостоятельной работы является курсовая работа, предусмотренная для закрепления теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины, приобретения навыков пользования научно-технической и справочной литературой, информационными технологиями, навыков по расчету симметричных и несимметричных коротких замыканий в заданной точке схемы.

Графическая часть проекта включает в себя: подробную однолинейную электрическую схему электрической сети; схемы замещения сети для прямой, обратной и нулевой последовательностей, основные этапы преобразования схемы замещения и результаты расчетов симметричных и несимметричных коротких замыканий.

Примерная тематика КР - «Расчет симметричных и несимметричных коротких замыканий в электрической сети»

В курсовой работе должны быть определены следующие расчетные величины:  
действующее значение периодической составляющей тока трёхфазного короткого замыкания в месте КЗ в начальный момент возникновения повреждения;

ударный ток и мощность трёхфазного короткого замыкания в начальный момент возникновения повреждения;

амплитудное и действующее значения аperiodической составляющей тока трёхфазного короткого замыкания и полный ток трёхфазного короткого замыкания в месте КЗ в начальный момент возникновения повреждения;

начальные значения токов отдельных последовательностей для заданного вида несимметричного короткого замыкания в месте короткого замыкания;

начальное значение полного тока для заданного вида несимметричного короткого замыкания в месте короткого замыкания;

напряжения отдельных последовательностей в точке КЗ и на шинах ВН станции 1;  
токи через выключатель в заданный момент времени при трёхфазном и несимметричном КЗ.

Построены диаграммы токов и напряжений в месте КЗ и напряжений на шинах станции 1.

Курсовая работа защищается студентом после устранения всех замечаний.

При защите студент должен уметь ответить на контрольные вопросы.



## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации данной дисциплины используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: лекции с разбором конкретных ситуаций, проблемные ситуации, компьютерные симуляции, деловые игры. СРС подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе факультета или в библиотеке.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах». Система оценочных средств и технологий для проведения промежуточной аттестации включает контрольные вопросы к защите курсовой работы, вопросы и задания к экзамену. Защита курсовой работы может проходить в виде доклада студента и ответов на поставленные вопросы членами комиссии по приему курсовой работы, либо в виде деловой игры.

Вопросы к защите курсовой работы

1. Какие основные допущения приняты при решении задач, поставленных в работе?
2. Какие основные допущения положены в основу понятия об "источнике бесконечной мощности"?
3. Отличия в приближённом и точном приведении?
4. Как определить ток КЗ от системы бесконечной мощности?
5. В чём условность понятия "мощность короткого замыкания"?
6. Сформулировать правило эквивалентности прямой последовательности.
7. Изменится ли напряжение прямой последовательности в месте КЗ при несимметричных КЗ на землю после разземления нейтралей части трансформаторов?
8. записать соотношения между отдельными составляющими токов и напряжений при несимметричном КЗ вида К(n).
9. Записать соотношения между полным током КЗ и током прямой последовательности для КЗ вида К(n).
10. Как влияют тросы на индуктивное сопротивление нулевой последовательности для ЛЭП?
11. Как изменится сопротивление нулевой последовательности линии при отключении одной цепи?
12. Как определяется дополнительное индуктивное сопротивление  $\square X(n)$  при КЗ вида К(n)?
13. Записать операторы поворота  $a$  в алгебраической форме.
14. Изобразить векторную диаграмму токов для КЗ вида К(n).
15. Изобразить векторную диаграмму напряжений для КЗ вида К(n).
16. Что такое "эквивалентная постоянная времени"?
17. Как изменятся напряжения отдельных последовательностей по мере удаления от точ-ки несимметричного КЗ?
18. Чему равен ток, протекающий в земле, при несимметричных КЗ на землю?
19. В чём отличие способов эквивалентирования схемы замещения при определении тока в начальный и в заданный моменты времени?
20. В чём сущность метода типовых кривых?

### Контрольные вопросы к экзамену

1. Основные понятия об электромагнитных и электромеханических переходных процессах в электрической системе.
2. Основные виды коротких замыканий. Относительная вероятность их возникновения в электрических системах.
3. Какие виды нарушения режима относятся к продольной и поперечной несимметрии.
4. Основные допущения при расчете электромагнитных переходных процессов.
5. Преимущества и недостатки системы относительных единиц по сравнению с системой именованных единиц.
6. Приведение ЭДС и сопротивлений элементов схемы к выбранным базисным условиям.
7. Составление схемы замещения при расчете в относительных единицах. Точное и приближенное приведение.
8. Составление схемы замещения при расчете в именованных единицах. Точное и приближенное приведение.
9. Преобразование схем замещения.
10. Процесс трехфазного к.з. в неразветвленной цепи. Кривые изменения тока и ее слагающие.
11. Условия, определяющие максимальное значение апериодической составляющей тока.
12. Условия возникновения максимума мгновенного значения полного тока. Ударный ток и ударный коэффициент.
13. Определение эквивалентной постоянной времени апериодической составляющей тока в разветвленной цепи.
14. Действующие значения полных величин и их отдельных слагающих. Основные упрощения.
15. Определение установившегося режима к.з. Основные характеристики и параметры синхронной машины.
16. Схема замещения неявнополусной синхронной машины в установившемся режиме.
17. Векторные диаграммы неявнополусных и явнополусных синхронных машин.
18. Приведение цепи ротора к статору.
19. Как учитывается в расчетах влияние нагрузки на режим к.з.
20. Расчет при отсутствии автоматического регулирования возбуждения (АРВ). Влияние АРВ.
21. Баланс магнитных потоков синхронной машины в нормальном установившемся режиме и в момент возникновения к.з.
22. Переходные ЭДС и сопротивление. Схема замещения СМ без демпферных контуров в начальный момент внезапного нарушения режима. Векторная диаграмма.
23. Сверхпереходные ЭДС и сопротивление. Схема замещения СМ с демпферными обмотками в начальный момент нарушения режима в осях  $d$  и  $q$ . Векторная диаграмма.
24. Сравнение реактивностей синхронной машины.
25. Характеристика двигателей и нагрузки.
26. Практический расчет начального сверхпереходного и ударного токов при к.з., несинхронном включении генераторов, пуске двигателей.
27. Внезапное к.з. СМ без демпферных обмоток.
28. Влияние и приближенный учет демпферных обмоток.
29. Влияние АРВ при внезапном к.з.
30. Основные допущения при практических методах расчета к.з.
31. Различия между практическими методами.
32. Метод расчетных и типовых кривых. Порядок расчета по общему изменению.
33. Порядок расчета по индивидуальному изменению. Приближенный учет системы.
34. Учет электродвигателей при расчете токов к.з.
35. Расчет токов к.з. в сетях до 1000 В.
36. Высшие гармоники при несимметричном режиме синхронной машины.

37. Метод симметричных составляющих при расчете токов к.з.
38. Сопротивления элементов схемы для токов обратной и нулевой последовательности.
39. Схемы отдельных последовательностей, определение результирующих ЭДС и сопротивлений.
40. Граничные условия, соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений в месте поперечной несимметрии.
41. Векторные диаграммы токов и напряжений для места несимметрии.
42. Комплексные схемы замещения для различных видов поперечной несимметрии.
43. Правило эквивалентности прямой последовательности для поперечной несимметрии.
44. Сравнение видов короткого замыкания.
45. Применение практических методов к расчету переходного процесса при однократной поперечной несимметрии.
46. Однократная продольная несимметрия.
47. Граничные условия, соотношения между симметричными составляющими токов при продольной несимметрии.
48. Векторные диаграммы токов в месте разрыва чисто индуктивной цепи, комплексные схемы замещения.
49. Способы и технические средства ограничения токов к.з.
50. Координация уровней токов к.з.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) литература:

1. Армеев Д.В., Переходные процессы в электрических системах / Армеев Д.В., Гусев Е.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 332 с. - ISBN 978-5-7782-2498-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224988.html>

2. Кудряков А.Г. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс] : учебник / А.Г. Кудряков, В.Г. Сазыкин. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 263 с. — 978-5-4486-0027-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70289.html>

3. Котова Е.Н. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Е.Н. Котова, Т.Ю. Паниковская. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 216 с. — 978-5-7996-1254-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68522.html>

4. Пилипенко В.Т. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В.Т. Пилипенко. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 124 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33671.html>

5. Мясоедов, Юрий Викторович. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс] : учеб. пособие. . Ч. 1 / Ю. В. Мясоедов, Л. А. Мясоедова, И. Г. Подгурская ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. - 104 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7128.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7128.pdf)

6. Переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс] : сборник задач / Д.В. Армеев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 331 с. — 978-5-7782-2498-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45133.html>

7. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: Методические указания к курсовому проектированию/ Сост.: Ю.В. Мясоедов, Л.А. Мясоедова, И.Г. Подгурская -Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. -114 с. Режим доступа : [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7076.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7076.pdf)

8. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 13.03.02. / Сост.: Ю.В. Мясоедов, Л.А. Мясоедова, И.Г. Подгурская - Благовещенск: Изд-во АмГУ, – 2017. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/9655.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9655.pdf)

9. Папков, Б. В. Электроэнергетические системы и сети. Токи короткого замыкания : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Б. В. Папков, В. Ю. Вуколов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 353 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8148-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/414478> (дата обращения: 09.04.2021).

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

| № | Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией) | Реквизиты подтверждающих документов  |
|---|---|--|
| 1 | Операционная система MS Windows 7 Pro                       | DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года |

| № | Наименование ресурса  | Краткая характеристика   |
|---|---|--|
| 1 | ЭБС ЛАНЬ<br><a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>               | Электронно-библиотечная система, включающая в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. В пакете Инженерно- Технические науки содержится коллекция Издательского дома МЭИ   |
| 2 | ЭБС IPRbooks<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> | Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования |
| 3 | ЭБС ЮРАЙТ<br><a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>                        | Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов  |

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| №  | Наименование  | Описание  |
|----|---|---|
| 1. | <a href="http://duma.gov.ru">http://duma.gov.ru</a>                   | Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации |
| 2. | <a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a> | Министерство науки и высшего образования                        |

| №   | Наименование  | Описание   |
|-----|---|--|
|     |   | Российской Федерации   |
| 3.  | <a href="http://fgosvo.ru/">http://fgosvo.ru/</a>   | Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.   |
| 4.  | <a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>                             | Российское образование. Федеральный портал   |
| 5.  | <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>   | Единое окно доступа к образовательным ресурсам   |
| 6.  | <a href="http://pravo.fso.gov.ru/">http://pravo.fso.gov.ru/</a>                                   | Официальный интернет-портал правовой информации<br>Государственная система правовой информации   |
| 7.  | <a href="https://www.consultant.ru/">https://www.consultant.ru/</a>                               | База данных законодательства РФ «Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ                                     |
| 8.  | <a href="http://rospotrebnadzor.ru">http://rospotrebnadzor.ru</a>                                 | Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека   |
| 9.  | <a href="http://www.gosuslugi.ru">http://www.gosuslugi.ru</a>                                     | Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)  |
| 10. | <a href="http://old.infosport.ru/xml/t/default.xml">http://old.infosport.ru/xml/t/default.xml</a> | Национальная информационная сеть «Спортивная Россия».  |
| 11. | <a href="http://www.gks.ru/">http://www.gks.ru/</a>   | Федеральная служба государственной статистики: Официальный сайт с базами данных  |
| 12. | <a href="http://new.fips.ru/">http://new.fips.ru/</a>   | Федеральный институт промышленной собственности  |
| 13. | <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                               | Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.  |
| 14. | <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>   | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования |
| 15. | <a href="http://www.ruscorpora.ru">http://www.ruscorpora.ru</a>                                   | Национальный корпус русского языка. Информационно-справочная система, основанная на собрании русских текстов в электронной форме               |
| 16. | <a href="http://www.humanities.edu.ru/">http://www.humanities.edu.ru/</a>                         | Федеральный портал "Социально-гуманитарное и политологическое образование"   |
| 17. | <a href="http://neicon.ru">http://neicon.ru</a>   | Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН)   |
| 18. | <a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>                                 | Философский портал. Стэнфордская философская энциклопедия  |
| 19. | <a href="http://www.multitran.ru/">http://www.multitran.ru/</a>                                   | Мультитран. Информационная справочная система «Электронные словари»  |
| 20. | <a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>                                       | Общероссийский математический портал Math-Net.Ru   |

| №   | Наименование  | Описание  |
|-----|---|---|
| 21. | <a href="http://www.culture.mchs.gov.ru">http://www.culture.mchs.gov.ru</a>   | Культура безопасности жизнедеятельности - портал Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.  |
| 22. | <a href="http://www.ict.edu.ru/about">http://www.ict.edu.ru/about</a>   | Информационно-коммуникационные технологии в образовании - федеральный образовательный портал.   |
| 23. | <a href="http://ecsocman.hse.ru">http://ecsocman.hse.ru</a>   | Экономика. Социология. Менеджмент. Федеральный образовательный портал   |
|     | <a href="http://conflictmanagement.ru/">http://conflictmanagement.ru/</a>   | Московская школа конфликтологии. Сайт для профессионалов-конфликтологов.  |
| 24. | <a href="http://gramota.ru/">http://gramota.ru/</a>   | Справочно-информационный портал ГРАМОТА.РУ – русский язык для всех  |
| 25. | <a href="https://gisp.gov.ru/">https://gisp.gov.ru/</a>   | <b>Государственная информационная система промышленности.</b> Профессиональная база знаний, предоставляющая сервисы для всех субъектов промышленной деятельности — от органов власти Российской Федерации до отдельных предприятий и индивидуальных предпринимателей. |
| 26. | <a href="https://gis-zkh.ru/">https://gis-zkh.ru/</a>   | <b>ГИС ЖКХ</b> – географическая информационно-справочная система жилищно-коммунального хозяйства с данными по Управляющим компаниям и ТСЖ России.   |
| 27. | <a href="https://gisee.ru/">https://gisee.ru/</a>   | <b>Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.</b> Экспертный портал по вопросам энергосбережения.  |
| 28. | <a href="http://drsk.ru">http://drsk.ru</a>   | <b>Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания"</b>   |
| 29. | <a href="http://www.rushydro.ru/company/">http://www.rushydro.ru/company/</a>                                       | <b>Официальный сайт ПАО «РусГидро»</b>  |
| 30. | <a href="https://www.gis-tek.ru/">https://www.gis-tek.ru/</a>   | <b>ГИС ТЭК</b> – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.   |
| 31. | <a href="https://www.gost.ru/portal/gost/">https://www.gost.ru/portal/gost/</a>                                     | <b>Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)</b>   |
| 32. | <a href="https://www.gosuslugi.ru/">https://www.gosuslugi.ru/</a>   | <b>Госуслуги.</b> Справочно-информационный интернет-портал. Обеспечивает доступ физических и юридических лиц к сведениям о государственных и муниципальных услугах в Российской Федерации.  |
| 33. | <a href="http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization">http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization</a> | Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы. Публичное акционерное   |

| №   | Наименование  | Описание  |
|-----|---|---|
|     | <a href="#">/</a>   | общество «создано в соответствии с программой реформирования электроэнергетики РФ как организация по управлению Единой национальной (общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития.             |
|     | <a href="https://www.runnet.ru">https://www.runnet.ru</a>                         | RUNNet (Russian UNiversity Network) - научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обеспечивающая интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (National Research and Education Networks, NREN) и с Интернет. |
| 34. | <a href="http://www.informika.ru">http://www.informika.ru</a>                     | Информика . Сайт Государственного научного предприятия, способствующего обеспечению всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России.                                 |
| 35. | <a href="http://economy.gov.ru">http://economy.gov.ru</a>                         | Министерство экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России) — федеральное министерство, осуществляющее выработку и реализацию экономической политики Правительства России по ряду направлений.       |
| 36. | <a href="http://minpromtorg.gov.ru">http://minpromtorg.gov.ru</a>                 | Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России)  |
| 37. | <a href="https://minenergo.gov.ru/node/234">https://minenergo.gov.ru/node/234</a> | Министерство энергетики Российской Федерации  |

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, компьютерная техника с выходом в сеть Интернет и электронную информационно-образовательную среду университета, учебная мебель, лицензионное программное обеспечение. Материал лекций представлен в виде презентаций.

## ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

по дисциплине «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах»

направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль) образовательной программы «Электроэнергетика»

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Год набора 2021

Экзамен 4 курс (зимняя сессия)

Лекции 10 (акад. час.)

Практические занятия 10 (акад. час.)

Контроль теоретического обучения (КТО) \_\_\_\_\_ (акад. час)

ИКР 2 (акад. час)

Самостоятельная работа 149 (акад. час)

Общая трудоемкость дисциплины 180 (акад. час.), 5 (з.е.)

### СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п    | Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация                 | Курс     | Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах) |          |          |          |          |          | Контроль (в академических часах) | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Формы текущего контроля успеваемости |
|----------|--|----------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------|--|--------------------------------------|
|          |  |          | Л   | ПЗ       | ЛР       | ИКР      | КТО      | КЭ       |                                  |  |                                      |
| <b>1</b> | <b>2</b>   | <b>3</b> | <b>4</b>  | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b>                        | <b>11</b>                              | <b>12</b>                            |
| 1        | Короткие замыкания в ЭЭС и СЭС. Системы единиц.  | 4        | 2   | 2        |          |          |          |          |                                  | 16                                     | блиц-опрос на лекции                 |
| 2        | Переходный процессы в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения. | 4        | 1   | 1        |          |          |          |          |                                  | 16                                     | блиц-опрос на лекции                 |
| 3        | Установившейся режим трёхфазного к.з.  | 4        | 1   | 1        |          |          |          |          |                                  | 18                                     | блиц-опрос на лекции                 |
| 4        | Начальный момент внезапного нарушения режима.  | 4        | 1   | 1        |          |          |          |          |                                  | 16                                     | блиц-опрос на лекции                 |
| 5        | Уравнения электромагнитного переходного процесса СМ.   | 4        | 1   | 1        |          |          |          |          |                                  | 16                                     | блиц-опрос на лекции                 |
| 6        | Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением выше 1000 В.                               | 4        | 1   | 1        |          |          |          |          |                                  | 16                                     | блиц-опрос на лекции                 |
| 7        | Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением до 1000 В.                                 | 4        | 1   | 1        |          |          |          |          |                                  | 16                                     | блиц-опрос на лекции                 |



| № п/п | Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация | Курс | Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах) |           |    |          |     |            | Контроль (в академических часах) | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Формы текущего контроля успеваемости |
|-------|--|------|---|-----------|----|----------|-----|------------|----------------------------------|--|--------------------------------------|
|       |  |      | Л   | ПЗ        | ЛР | ИКР      | КТО | КЭ         |                                  |  |                                      |
| 8     | Несимметричные короткие замыкания.   | 4    | 1   | 1         |    |          |     |            |                                  | 18                                     | блиц-опрос на лекции                 |
| 9     | Неполнофазные режимы.  | 4    | 1   | 1         |    |          |     |            |                                  | 17                                     | блиц-опрос на лекции                 |
|       | Экзамен  | 4    |   |           |    |          |     | 0,3        |                                  |  |                                      |
|       | Курсовая работа  | 4    |   |           |    | 2        |     |            |                                  |  |                                      |
|       | <b>ИТОГО</b>   |      | <b>10</b>   | <b>10</b> |    | <b>2</b> |     | <b>0,3</b> | <b>8,7</b>                       | <b>149</b>                             |                                      |

Л – лекция; ПЗ – практическое занятие; ЛР – лабораторная работа; СРС – самостоятельная работа студентов; ИКР – иная контактная работа; КТО – контроль теоретического обучения; КЭ – контроль на экзамене.

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п    | Наименование темы (раздела) дисциплины   | Форма (вид) самостоятельной работы              | Трудоемкость в акад. часах |
|----------|--|---|----------------------------|
| <b>1</b> | <b>2</b>   | <b>3</b>  | <b>4</b>                   |
| 1        | Короткие замыкания в ЭЭС и СЭС. Системы единиц.  | Освоение материала лекции, выполнение конспекта | 16                         |
| 2        | Переходные процессы в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения. | Освоение материала лекции, выполнение конспекта | 16                         |
| 3        | Установившейся режим трёхфазного к.з.  | Освоение материала лекции, выполнение конспекта | 18                         |
| 4        | Начальный момент внезапного нарушения режима.  | Освоение материала лекции, выполнение конспекта | 16                         |
| 5        | Уравнения электромагнитного переходного процесса СМ.   | Отчеты по выполнению практических работ         | 16                         |
| 6        | Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением выше 1000 В.                               | Освоение материала лекции, выполнение конспекта | 16                         |
| 7        | Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением до 1000 В.                                 | Освоение материала лекции, выполнение конспекта | 16                         |
| 8        | Несимметричные короткие замыкания.   | Освоение материала лекции, выполнение конспекта | 18                         |
| 9        | Неполнофазные режимы.  | Отчеты по выполнению практических работ         | 17                         |