

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной  
работе

                    Лейфа                    А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2023 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 – 2023

Форма обучения – Очная

Курс     3     Семестр     5    

Экзамен 5 сем

Общая трудоемкость дисциплины 180.0 (академ. час), 5.00 (з.е)

Составитель Ю.В. Мясоедов, доцент, канд.техн. наук

Энергетический факультет

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 144

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Савина Н.В. Савина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2023 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:

научиться использовать методы анализа и моделирования электрических цепей; овладеть способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности;

получить знания в области методов исследования переходных процессов, практических методов расчета токов короткого замыкания; изучить методы и алгоритмы 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 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

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

## 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.00 зачетных единицы, 180.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Короткие замыкания в ЭЭС и СЭС. Системы единиц.	5	6		4							8	блиц-опрос на лекции	
2	Переходные процессы в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения.	5	6		4							8	блиц-опрос на лекции	
3	Установившийся режим трёхфазного к.з.	5	6									8	блиц-опрос на лекции	
4	Начальный момент внезапного нарушения режима.	5	6									8	блиц-опрос на лекции	
5	Уравнения электромагнитного переходного процесса СМ.	5	6									8	блиц-опрос на лекции	
6	Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением выше 1000 В.	5	6		4							8	блиц-опрос на лекции	
7	Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением до 1000 В.	5	4									8	блиц-опрос на лекции	

8	Несимметричные короткие замыкания.	5	6		4							8	блиц-опрос на лекции
9	Неполнофазные режимы.	5	4									12	блиц-опрос на лекции
10	Экзамен	5								0.3	35.7		
11	Курсовая работа	5						2					
	Итого		50.0		16.0		0.0	2.0	0.0	0.3	35.7	76.0	

## 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 замещения системы и определение её параметров..
2	Переходные 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	Математическая модель синхронной машины,

	электромагнитного переходного процесса СМ.	отражающая основные закономерности электромагнитных переходных процессов в машине. Линейные преобразования дифференциальных уравнений переходного процесса. Уравнения Парка-Горева. Переходные процессы в синхронной машине без учета влияния демпферных контуров. Характеристическое уравнение и его корни. 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. 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 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

Наименование темы	Содержание темы
Система относительных единиц.	Схемы замещения и их параметры. Способы преобразования схем замещения.
Переходные процессы в сети с источником бесконечной мощности.	Влияние нагрузки на ток к.з. Пуск двигателей как короткое замыкание. Взаимное влияние двигателей при пуске.
Расчет токов коротких замыканий	Определение составляющих тока к.з. в начальный момент времени. Расчет ударного тока короткого замыкания.
Переходные процессы при поперечной несимметрии.	Схемы замещения отдельных последовательностей. Правило эквивалентности прямой последовательности. Комплексные схемы замещения при поперечной несимметрии.

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Короткие замыкания в ЭЭС и СЭС. Системы единиц.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	8
2	Переходный процесс в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	8
3	Установившейся режим трёхфазного к.з.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	8
4	Начальный момент внезапного нарушения режима.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	8
5	Уравнения электромагнитного	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних	8

	переходного процесса СМ.	заданий и подготовка к практическому занятию	
6	Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением выше 1000 В.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	8
7	Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением до 1000 В.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	8
8	Несимметричные короткие замыкания.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	8
9	Неполнофазные режимы.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	12

## 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  $X(n)$  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 точки 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 неявнополюсной синхронной машины в установившемся режиме.
17. Векторные диаграммы неявнополюсных и явнополюсных 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. Кудряков, А. Г. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах : учебник / А. Г. Кудряков, В. Г. Сазыкин. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 263 с. — ISBN 978-5-4486-0027-2. — Текст : электронный // Цифровой

образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70289.html> (дата обращения: 15.03.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/70289>

2. Пилипенко, В. Т. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах : учебно- методическое пособие / В. Т. Пилипенко. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 124 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/33671.html> (дата обращения: 15.03.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. 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)

4. Переходные процессы в электрических системах : сборник задач / Д. В. Армеев, Е. П. Гусев, А. П. Долгов [и др.]. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 331 с. — ISBN 978-5-7782-2498-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45133.html> (дата обращения: 15.03.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. 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)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL <a href="https://ru.libreoffice.org/about-us/license/">https://ru.libreoffice.org/about-us/license/</a>
2	RastrWin3 ТКЗ	10 лиц. по договору №0323100012213000181-0001592-01/1143 от 31.12.2013 и договору №236 от 02.12.2014.
3	ЭБС IPRbooks <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
4	ЭБС ЮРАЙТ <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="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

2	<a href="https://www.consultant.ru/">https://www.consultant.ru/</a>	База данных законодательства РФ «Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ
3	<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
4	<a href="http://www.rushydro.ru/company/">http://www.rushydro.ru/company/</a>	Официальный сайт ПАО «РусГидро»
5	<a href="https://minenergo.gov.ru/node/234">https://minenergo.gov.ru/node/234</a>	Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России)

#### **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

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Экзамен	7 сем,	9.0 акад. часа
Лекции	10.0	(акад. часа)
Практические занятия	10.0	(акад. часа)
Лабораторные работы	0.0	(акад. часа)
ИКР	2.0	(акад. часа)
Самостоятельная работа	149.0	(акад. часа)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180.0 (акад. часа), 5.00 (з.е.)

### СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	С е м е с т р	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)						Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	ИКР	КТО	КЭ			
1	Короткие замыкания в ЭЭС и СЭС. Системы единиц.	6	2	2						68	блиц-опрос на лекции
2	Переходный процессы в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения.	7	1							10	блиц-опрос на лекции
3	Установившейся режим трёхфазного к.з.	7	1							10	блиц-опрос на лекции
4	Начальный момент внезапного нарушения режима.	7	1							10	блиц-опрос на лекции
5	Уравнения электромагнитного переходного процесса СМ.	7	1	2						10	блиц-опрос на лекции
6	Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением выше 1000 В.	7	1	2						10	блиц-опрос на лекции
7	Расчет токов к.з. в электроустановках	7	1	2						10	блиц-опрос на лекции

	ках напряжением до 1000 В.										
8	Несимметричные короткие замыкания.	7	1	2						10	блиц-опрос на лекции
9	Неполнофазные режимы.	7	1							11	блиц-опрос на лекции
10	Экзамен	7						0.3	8.7		
11	Курсовая работа	7				2					
	Итого		10.0	10.0	0.0	2.0	0.0	0.3	8.7	149.0	

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)						Трудоемкость в академических часах	
1	Короткие замыкания в ЭЭС и СЭС. Системы единиц.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию						68	
2	Переходный процесс в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию						10	
3	Установившейся режим трёхфазного к.з.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию						10	
4	Начальный момент внезапного нарушения режима.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию						10	
5	Уравнения электромагнитного переходного процесса СМ.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию						10	
6	Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением выше 1000 В.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию						10	
7	Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением до 1000 В.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию						10	
8	Несимметричные короткие замыкания.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних						10	

		заданий и подготовка к практическому занятию	
9	Неполнофазные режимы.	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	11