МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.05
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Цифровые технологии в электроэнергетике

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	6	**Итого**
Форма контроля / **Вид занятий**	Экзамен	
Лекции	50	50
Лабораторные	18	18
Практические	34	34
Руководство: курсовые работы	1	1
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	103,35	103,35
Самостоятельная работа	41	41
Контроль	35,65	35,65
Итого	180	180

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 029A9A7B009EB0E2BC4C29FF3916A57B47
Владелец: Вахнина Вера Васильевна
Действителен: с 17.10.2023 до 28.04.2038

Рабочую программу составил(и):

доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», доцент, к.т.н. Кузнецов В.Н.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☑ Отсутствует

☐ Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «10» сентября 2020 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – дать теоретические знания в области электромагнитных и электромеханических переходных процессов, а также практические навыки расчета параметров режимов коротких замыканий и обрывов фаз; оценки и анализа статической и динамической устойчивости в электроэнергетических системах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина – Высшая математика, Физика, Теоретические основы электротехники, Электрические машины, Передача и распределение электрической энергии, Техника высоких напряжений.

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины – Электроснабжение потребителей и их режимы, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Интеллектуальные системы в электроэнергетике.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	**Индикаторы достижения компетенций** (код и наименование)	**Планируемые результаты обучения**
ПК-1 Способен участвовать в проектировании интеллектуальных систем в электроэнергетике	ПК-1.1 Определяет характеристики объекта электроэнергетики, для которого предназначена интеллектуальная система	Знать: физические основы электромагнитных и электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах, системы единиц и схемы замещения ЭЭС, допущения и порядок расчёта переходных процессов;
		Уметь: составлять схемы замещения ЭЭС, рассчитывать параметры элементов и параметры аварийных режимов
		Владеть: методами расчета электромагнитных и электромеханических переходных процессов при аварийных режимах

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Видучебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
1. Системы единиц и схемы замещения ЭЭС	Лек.	Предмет и содержание дисциплины. Назначение расчетов коротких замыканий в ЭЭС. Основные допущения и расчётные условия.	6	2	-	-	
	Лек.	Системы единиц – относительные и именованные. Вывод типовых формул.	6	2	-	-	
	Пр.	Системы единиц, применяемые в расчетах КЗ. Вывод типовых формул. Решение практических задач по теме. Выдача вариантов курсовой работы (КР).	6	2	1	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	Схемы замещения – правила составления. Преобразование схем замещения.	6	2	-	-	
	Пр.	Эквивалентирование схем замещения. Упрощающие приемы. Допущения и расчетные условия. Решение практических задач по теме.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Лабораторная работа № 1. Расчет трехфазного КЗ на стороне ниже 1000 В (в цепи, питаемой источником бесконечной мощности).	6	2	2	-	Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу. Выполнение и защита лабораторных работ
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практи-	6	4	-	-	

Модуль (раздел)	Видучебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		ческим занятиям и лабораторным работам.					
2. Анализ режимов трёхфазного короткого замыкания в ЭЭС	Лек.	Анализ симметричного КЗ в цепи, питаемой источником бесконечной мощности. Полный ток КЗ и его составляющие. Ударный ток КЗ.	6	2	-	-	
	Лек.	Расчет режимов КЗ с номинальным напряжением ниже 1000 В.	6	2	-	-	
	Пр.	Расчет трехфазного КЗ на стороне ниже 1000 В (в цепи, питаемой источником бесконечной мощности).	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	Трёхфазные КЗ в цепи, питаемой источником конечной мощности. Параметры синхронного генератора при разных режимах КЗ. Установившийся и сверхпереходный режим КЗ.	6	2	-	-	
	Пр.	Расчет трехфазного КЗ в цепи, питаемой источником конечной мощности. Решение практических задач по теме. Контрольная работа № 1.	6	2	6	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Защита Лабораторной работы № 1.	6	2	3	-	Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу. Выполнение и защита лабораторных работ

Модуль (раздел)	Видучебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек.	Влияние АРВ генераторов на режимы КЗ.	6	2	-	-	
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	4	-	-	
3. Практические методы расчета режимов трехфазного КЗ	Лек.	Метод расчётных кривых. Допущения и порядок расчёта.	6	2	-	-	
	Пр.	Расчет тока подпитки трехфазного КЗ со стороны двигателей и обобщенной нагрузки. Решение практических задач по теме.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	Выбор оборудования по стойкости к токам КЗ.	6	2	-	-	
	Пр.	Расчет трехфазного КЗ в сложной схеме ЭЭС. Метод расчетных кривых. Расчет ударного тока КЗ. Решение практических задач по теме.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Лабораторная работа № 2. Расчет трехфазного КЗ в цепи, питаемой источником конечной мощности. Метод расчетных кривых.	6	2	2	-	Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу. Выполнение и защита лабораторных работ
	Лек.	Практические методы расчёта трехфаз-	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Видучебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		ных КЗ на стороне ниже 1000 В.					
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	4	-	-	
4. Анализ несимметричных коротких замыканий	Лек.	Виды несимметричных аварий. Метод симметричных составляющих для анализа НКЗ.	6	2	-	-	
	Пр.	Составление схем различных последовательностей для расчета НКЗ. Решение практических задач по теме.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	Схемы различных последовательностей и правила их построения.	6	2	-	-	
	Пр.	Расчет практическим методом НКЗ в ЭЭС (на стороне выше 1000 В). Решение практических задач по теме. Контрольная работа № 2.	6	2	6	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Защита Лабораторной работы № 2.	6	2	3	-	Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу. Выполнение и защита лабораторных работ
	Лек.	Правило эквивалентности прямой по-	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Видучебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		следовательности. Сравнение тяжести КЗ					
	Лек.	Векторные диаграммы и комплексные схемы замещения для случаев НКЗ.	6	2	-	-	
	Пр.	Расчет коэффициента тяжести аварии. Расчет ударного тока НКЗ. Решение практических задач по теме.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	4	-	-	
5. Практические методы расчета несимметричных КЗ	Лек.	Метод расчетных кривых для случая НКЗ. Ударный ток НКЗ. НКЗ в сетях ниже 1000 В. Переходный процесс в нагрузках при несимметричных КЗ.	6	2	-	-	
	Пр.	Метод расчетных кривых для случая НКЗ в сложной схеме ЭЭС (на стороне выше 1000 В). Решение практических задач по теме.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Лабораторная работа № 3. Расчет несимметричных аварий в ЭЭС, питаемой источником конечной мощности. Метод симметричных составляющих.	6	2	2	-	Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу. Выполнение и защита лабораторных

Модуль (раздел)	Видучебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
							работ
	Лек.	Метод расчета простого замыкания. Компенсированные сети.	6	2	-	-	
	Пр.	Построение векторных диаграмм режимов для случая НКЗ в сложной схеме ЭЭС (на стороне выше 1000 В). Решение практических задач по теме.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Защита Лабораторной работы № 3.	6	2	3	-	Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу. Выполнение и защита лабораторных работ
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	4	-	-	
6. Анализ и расчет продольной несимметрии и сложных аварий	Лек.	Обрывы фаз и методы их расчета. Комплексные схемы замещения и векторные диаграммы при обрывах.	6	2	-	-	
	Лек.	Сложные виды аварий - анализ и расчёт. Программное обеспечение для анализа переходных процессов в ЭЭС.	6	2	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Пр.	Построение комплексных схем замеще-	6	2	6	-	Оценка решения

Модуль (раздел)	Видучебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		ния режимов НКЗ в ЭЭС. Решение практических задач по теме. Контрольная работа № 3.					практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	4	-	-	
7. Общие понятия об устойчивости ЭЭС	Лек.	Общие понятия об устойчивости ЭЭС. Основные допущения и расчётные условия. Запас статической устойчивости (СУ) и их нормы. Назначение расчетов устойчивости ЭЭС.	6	2	-	-	
	Пр.	Расчет простого КЗ в ЭЭС (на стороне выше 1000 В). Выбор компенсационных устройств. Решение практических задач по теме.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	4	-	-	
8. Методы анализа статической устойчивости ЭЭС	Лек.	Векторная диаграмма электропередачи. Критерии статической устойчивости (СУ). Идеальный предел мощности. Предельный угол СУ.			-	-	

Модуль (раздел)	Видучебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек.	Влияние эффекта явнополюсности синхронной машины на СУ. Векторная диаграмма, угловые характеристики явнополюсного генератора. Виды и влияние АРВ синхронного генератора на СУ. Векторные диаграммы режима регулирования возбуждения.	6	2	-	-	
	Пр.	Обрыв в схеме ЭЭС. Алгоритм расчета. Построение векторных диаграмм и комплексной схемы замещения. Решение практических задач по теме.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Лабораторная работа № 4. Моделирование и анализ переходных процессов для случаев трёхфазного и несимметричных КЗ.	6	2	2	-	Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу. Выполнение и защита лабораторных работ
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	4	-	-	
9. Методы анализа динамической устойчивости ЭЭС и её	Лек.	Динамическая устойчивость (ДУ) электростанции, работающей на шины бесконечной мощности. Отключение цепи двухцепной линии. Правило площадей.	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Видучебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
элементов		Запас ДУ.					
	Лек.	Схемы замещения при коротком замыкании. Аварийные угловые характеристики. Предельный угол отключения аварии.	6	2	-	-	
	Пр.	Идеальная угловая характеристика электропередачи. Предел передаваемой мощности. Запас СУ и его нормирование. Влияние регулирования возбуждения на СУ. Построение угловых характеристик. Решение практических задач по теме.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	Динамическая устойчивость узлов нагрузки. Пуск СД и АД. Наброс нагрузки на СД и АД. Самозапуск АД и СД.	6	2	-	-	
	Пр.	Динамическая устойчивость ЭЭС. Правило площадей. Отключение и включение цепи. Решение практических задач по теме. Контрольная работа № 4.	6	2	6	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Защита Лабораторной работы № 4.	6	2	3	-	Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу. Выполнение и защита лабораторных работ
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам	6	4	-	-	

Модуль (раздел)	Видучебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.					
10. Методы сохранения устойчивости сложных ЭЭС	Лек.	Средства повышения устойчивости ЭЭС. АПВ линий. АРВ и форсировка возбуждения генераторов. Регулирование мощности турбин. Системная автоматика – отключение части генераторов, электрическое торможение, частотная разгрузка, деление системы. Системные аварии и их последствия. Лавинные процессы - меры предотвращения и ликвидация последствий.	6	2	-	-	
	Пр.	Аварийные угловые характеристики. Предельный угол отключения аварии. Решение практических задач по теме.	6	2	3	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Итоговое занятие.	6	2	2	-	Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу. Выполнение и защита лабораторных работ
	Ср.	Подготовка к итоговому тестированию (экзамену)	6	5	-	-	
	Псщ.	Посещение аудиторных занятий	6		17	-	

Модуль (раздел)	Видучебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	ТИ	Итоговый тест по курсу через ЦТ	6	2	100	-	
			Итого:	**180**	**100**		

Схема расчета итогового балла

Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Результат итогового теста и все делится на 2.

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах», используются следующие образовательные технологии:

- лекции с использованием мультимедийного оборудования;
- практические занятия с устным опросом студентов и закреплением теоретического материала;
- лабораторные занятия, которые позволяют приобрести практические знания и навыки работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практически вопросам курса;
- выполнение курсовой работы;
- проведение семинара с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические вопросы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим и лабораторным занятиям.

В ходе практических и лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов. При подготовке к практическим и лабораторным занятиям обучающийся должен:

– изучить рекомендованную литературу;

– изучить материалы лекций;

– подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;

– выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия;

– подготовить бланк отчета по лабораторной работе.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
6	ПК-1 (ПК-1.1)	Лабораторные работы 1-5 Задачи для контрольных работ по темам 1-5 Выполнение курсовой работы Тестовые задания № 1-500 Вопросы для экзамена № 1-60

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Лабораторные занятия

Краткое описание и регламент выполнения

Лабораторная работа № 1. Расчет трехфазного КЗ на стороне ниже 1000 В (в цепи, питаемой источником бесконечной мощности).

Лабораторная работа № 2. Расчет трехфазного КЗ в цепи, питаемой источником конечной мощности. Расчет трехфазного КЗ в сложной схеме ЭЭС. Метод расчетных кривых.

Лабораторная работа № 3. Расчет несимметричных аварий в ЭЭС, питаемой источником конечной мощности. Метод симметричных составляющих. Построение комплексной схемы замещения НКЗ и обрывов.

Лабораторная работа № 4. Моделирование и анализ переходных процессов для случая трехфазного КЗ на стороне ниже 1000 В.

Лабораторная работа № 5. Моделирование и анализ переходных процессов для случая несимметричных КЗ в ЭЭС. Построение векторных диаграмм НКЗ и обрывов.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент выполнил и защитил лабораторную работу;
- оценка «не зачтено» - если студент не выполнил и не защитил лабораторную работу.

7.2.2. Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу

Контрольные вопросы:

1.1. Как привести к базисной ступени сопротивление питающей сети?
1.2. Как привести к базисной ступени сопротивления линии?
1.3. Как рассчитать приведенное к базисной ступени реактивное сопротивление трансформатора?
1.4. Как рассчитать приведенное к базисной ступени активное сопротивление трансформатора?
1.5. Какие элементы аварийной цепи определяют, в основном, величину тока КЗ?
1.6. Опишите порядок вывода типовых формул для расчета токов КЗ на стороне ниже 1000В.
1.7. Приведите алгоритм расчета трехфазных токов КЗ на стороне ниже 1000В.

2.1. Сверхпереходный ток КЗ – что это такое? Какими параметрами он определяется?
2.2. Переходный ток КЗ – что это такое? Какими параметрами он определяется?
2.3. Установившийся ток КЗ – что это такое? Какими параметрами он определяется?
2.4. Какие паспортные параметры описывают синхронный генератор?
2.5. Почему генератор замещается сопротивлением по продольной оси?
2.6. Как влияет АРВ генератора на характер переходного процесса при КЗ?
2.7. Как изменяется Iпк=f(T) по мере удаление точки КЗ. от источника питания?
2.8. Дайте определение ударному току КЗ, от каких параметров схемы он зависит?

3.1. В чем суть метода симметричных составляющих? Какой порядок чередование фаз в системах прямой, обратной и нулевой последовательностей?
3.2. Как по известным симметричным составляющим фазы "А" построить векторные диаграммы токов и напряжения во всех фазах при НКЗ?
3.3. Как строятся схемы прямой, обратной и нулевой последовательностей при НКЗ?
3.4. Какими параметрами замещаются генератор для схем различных последовательностей?
3.5. Как замещаются параметры линий (ВЛ и КЛ) для схем различных последовательностей?
3.6. Какими параметрами замещены двухобмоточные трансформаторы в схемах нулевой последовательности в зависимости от точки КЗ. Почему?
3.7. Как оказывает влияние на схему нулевой последовательности автотрансформатор, трехобмоточный трансформатор? Укажите на схеме.
3.8. Правило эквивалентности прямой последовательности. Что такое «добавочное сопротивление»? Что характеризует коэффициент m(n)?
3.9. Правило эквивалентности тока прямой последовательности. Укажите расчетные формулы.

4.1. Как изменяется во времени слагающие тока КЗ при питании аварийной схемы источником бесконечной мощности?
4.2. Какие элементы аварийной цепи определяют в основном величину тока КЗ на стороне ниже 1000 В?
4.3. Амплитудное, мгновенное и действующие токи КЗ. Дайте определения.
4.4. Чем отличаются расчётные условия от допущений при анализе аварий в СЭС?
4.5. Чем обусловлено затухание периодической составляющей тока КЗ во времени (тепловой спад тока)?
4.6. Опишите понятие "источник бесконечной мощности (неизменного питания)".

5.1. Основные виды несимметричных нарушений нормальной работы и особенности их расчета?
5.2. Отличия расчетов несимметричного КЗ в сети напряжением выше 1000 В от несимметричного КЗ в сети напряжением ниже 1000 В?
5.3. Как по известным симметричным составляющим фазы "А" построить векторные диаграммы токов и напряжения во всех фазах при НКЗ?
5.4. Как влияет режим нейтрали двухобмоточных трансформаторов на сопротивления схемы нулевой последовательности?
5.5. Токи простых КЗ. В чём опасность токов простых КЗ? Порядок расчета и методы ограничения.
5.6. Продольная несимметрия. Как её моделируют и рассчитывают?

5.7. Почему сопротивление линии электропередачи для тока нулевой последовательности больше, чем для прямой? Что оказывает влияние на него?
5.8. Как влияют автотрансформаторы на суммарное сопротивление схемы нулевой последовательности?

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент ответил больше чем на половину контрольных вопросов;
- оценка «не зачтено» - если студент ответил на половину или меньше контрольных вопросов.

7.2.3. Задачи для контрольных работ:

1. Типовые формулы.

1.1. Получить формулу для приведения к базисной ступени в именованных единицах сопротивления X, заданного в именованных единицах.

1.2. Получить формулу для приведения к базисной ступени в именованных единицах сопротивления X, заданного в относительных единицах, при известных Uн, Sн.

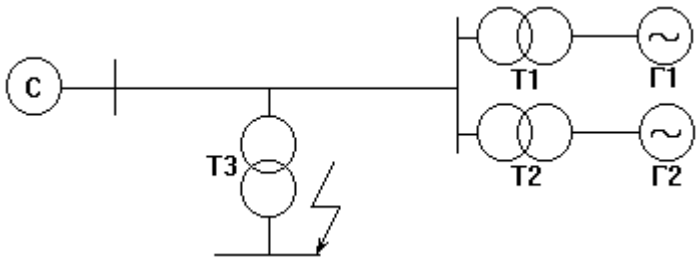
1.3. Получить формулу для приведения к базисной ступени в именованных единицах сопротивления X, заданного в относительных единицах, при известных Uн, Iн.

1.4. Получить формулу для приведения к базисной ступени в именованных единицах сопротивления X, заданного в % к номиналу, при известных Uн, Sн.

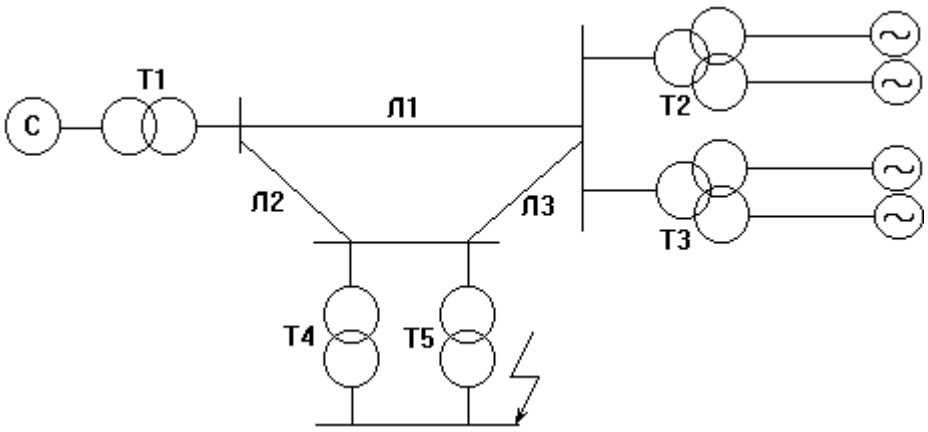
1.5. Получить формулу для приведения к базисной ступени в именованных единицах сопротивления X, заданного в % к номиналу, при известных Uн, Iн.

2. Расчёт трёхфазных токов короткого замыкания от шин бесконечной мощности.

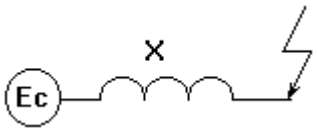
2.1. Построить и преобразовать к удобному для расчёта тока трёхфазного к.з. виду расчётную схему (нарисовать схему).



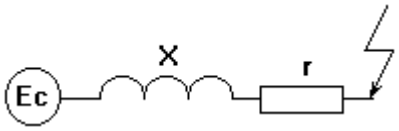
2.2. Построить расчётную схему и преобразовать её к виду, удобному для расчёта токов трехфазного к.з.



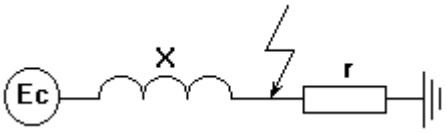
2.3. Построить во времени ток переходного процесса после 3-фазного к.з. если доаварийный режим - холостой ход, E_{cm}=1, x=1, для □=0 и π/2.



2.4. Построить во времени ток переходного процесса после 3-фазного к.з., если $E_c=\sqrt{2}$, X=1, r=1, для □=0 и □=□/2.

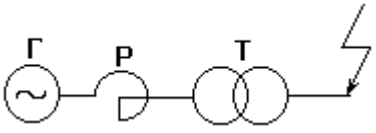


2.5. Построить во времени ток переходного процесса после 3-фазного к.з., если $E_{cm}=\sqrt{2}$, X=1, r=1, для □= -□/4 и □=□/4.



3. Расчёт трёхфазных коротких замыканий от источников конечной мощности.

3.1. Рассчитать сверхпереходный и ударный ток при трёхфазном к.з. в схеме:

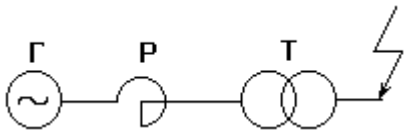


Параметры элементов схемы:

r	P	T
S_H=50 МВА	U_H=10 кВ	U_1/U_2=10/110кВ
U_H=10 кВ	Iн=3 кА	S_H=100 МВА
x''_d=0.20	x_p=15%	u_K=0.1

3.2. Методом расчётных кривых определить переходный процесс в точке к.з. при трёхфазном

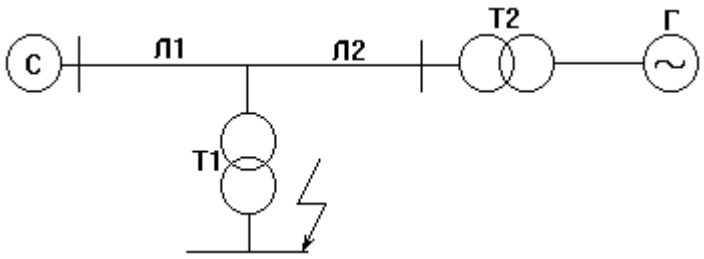
к.з. в схеме:



Параметры схемы:

_____Г_____	_____Р_____	_____Т_____
ТГ с АРВ	$U_Н$ = 10 кВ	U_1/U_2= 10/110 кВ
x''_d = 0,144	$I_Н$ = 10 кА	$u_К$ = 10 %
$S_Н$ = 100 МВА	$x_Р$ = 10%	$S_Н$ = 100 МВА

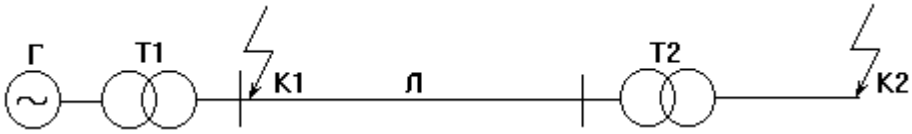
3.3. Рассчитать сверхпереходный и ударный ток в точке двухфазного к.з. в схеме:



Параметры схемы:

___С___	_____Л_____	_____T_1_____	_____T_2_____	_____Г_____
$x_С$=0	$X_О$=0.45 Ом/км	110/10 кВ	100/35 кВ	$P_Н$= 80 МВт
	ℓ_1= 40 км	$S_Н$= 100 МВА	$S_Н$= 10 МВА	cos $\varphi_Н$= 0.80
	ℓ_2= 60 км	$u_К$= 10%	$u_К$= 6%	x''_d = 0.15
	$U_Н$=110 кВ			

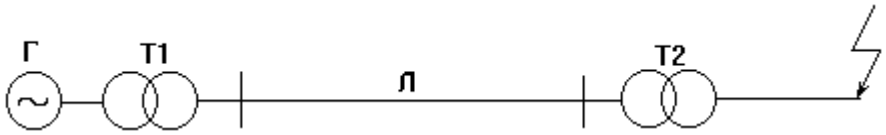
3.4. Определить сверхпереходный и установившийся ток трёхфазного к.з. в точке к.з. схемы при наличии и отсутствии АРВ.



Параметры схемы:

_____Г_____	_____T_1_____	_____T_2_____	_____Л_____
$S_Н$=100 МВА	U_1/U_2=110/220 кВ	U_1/U_2=220/35 кВ	$X_О$=0.50 Ом/км
x''_d =0.200	$u_К$= 5 %	$u_К$= 10%	ℓ= 106 км
x_d=1.0	$S_Н$ = 100 МВА	$S_Н$ = 10 МВА	$U_Н$= 220 кВ
$U_Н$= 10 кВ			
АРВ К=3			

3.5. Методом расчётных кривых определить переходный процесс во времени при 3-фазном к.з. в схеме (для точки к.з.):

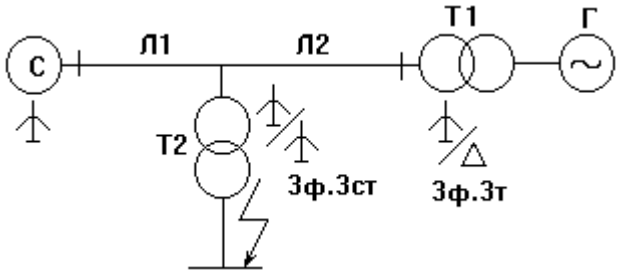


Параметры схемы:

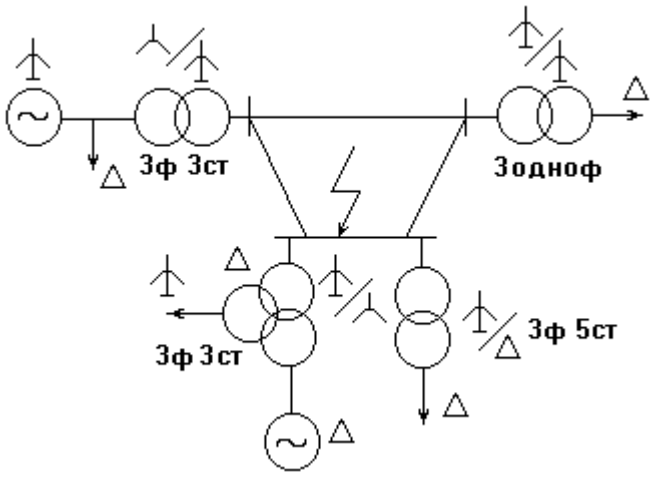
_____Г_____	_____Т1_____	_____Т2_____	_____Л_____
$S_Н$=50 МВА	U_1/U_2=10/110 кВ	U_1/U_2=110/35 кВ	$X_о$=0.40 Ом/км
x''_d =0.200	$u_К$= 8%	$u_К$= 8%	ℓ= 50 км
ГГ с демпф.	$S_Н$ = 100 МВА	$S_Н$ = 100 МВА	$U_Н$= 110 кВ
АРВ - есть			

4. Расчёт несимметричных коротких замыканий.

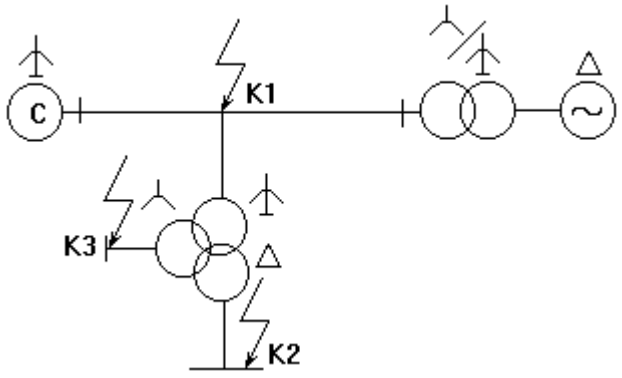
4.1. Построить схемы прямой, обратной и нулевой последовательности для элементов t = 0 и t = ∞ (АРВ нет).



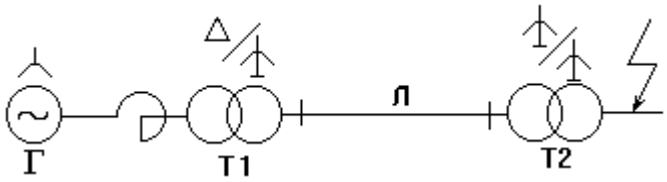
4.2. Построить схему нулевой последовательности для схемы:



4.3. Построить схему нулевой последовательности для схемы:



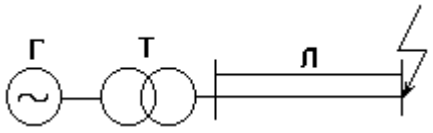
4.4. Рассчитать сверхпереходный и установившийся ток в точке к.з. при однофазном к.з. в схеме:



Параметры схемы:

Г	Р	Т1	Т2	Л
$S_Н$=100 МВА	$U_Н$=10 кВ	10/110 кВ	10/110 кВ	$U_Н$=110 кВ
x''_d =0,10	$I_Н$ = 10 кА	$u_К$ = 10 %	$u_К$ = 10 %	$X_О$=0.4 Ом/км
АРВ - нет	$x_р$ = 5 %	$S_Н$=100 МВА	$S_Н$=100 МВА	ℓ = 50 км
x_d =2,00				$X_{О(о)}$=1.2 Ом/км

4.5. Рассчитать сверхпереходный ток в точке к.з. при 2-фазном к.з. в схеме:

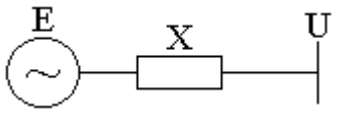


Параметры схемы:

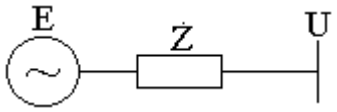
Г	Т	Л	
Рн = 80 МВА	$S_Н$ = 100 МВА	2 цепи	$X_О$=0.45 Ом/км
cos $\varphi_Н$ = 0.80	$u_К$ = 10 %	$U_Н$= 110 кВ	ℓ = 60 км
x''_d = 0,150	U_1/U_2 = 10/110 кВ		

5. Угловые характеристики

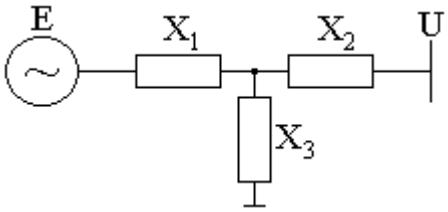
2.1. В схеме E=2; U=1; X=1. Рассчитать и построить угловую характеристику. Определить идеальный предел мощности, предельный по устойчивости угол. Устойчив ли генератор, передающий мощность P_0 = 1? С каким углом он работает? Каков запас его устойчивости?



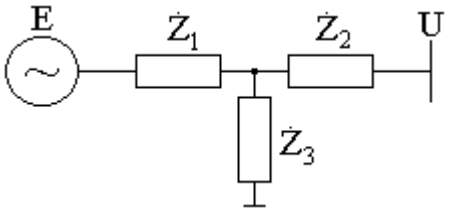
2.2. В схеме E= 2; U=2; Z=1+*j*1. Рассчитать и построить угловую характеристику. Определить идеальный предел мощности, предельный по устойчивости угол. Устойчив ли генератор, работающий с углом □*0* =75□? Какую мощность он передает? Каков запас его устойчивости?



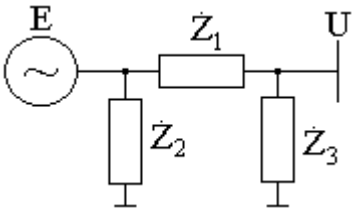
2.3. В схеме $X_1 = X_2 = X_3 = 1$; E=2; U=1.5. Рассчитать и построить угловую характеристику. Определить идеальный предел мощности, предельный по устойчивости угол. Устойчив ли генератор, передающий мощность $P_0 = 1$? Каков запас его устойчивости?



2.4. В схеме E=1; U=1; $Z_1 = j1$ – индуктивность; $Z_2 = -j1$ – ёмкость; $Z_3 = 1$ – активное сопротивление. Рассчитать и построить угловую характеристику. Определить идеальный предел мощности, предельный по устойчивости угол. Устойчив ли генератор, работающий с углом □*0* =120□? Какую мощность он передает? Каков запас его статической устойчивости?



2.5. В схеме E=1; U=1; $Z_1 = j1$ – индуктивность; $Z_2 = 1$ – активное сопротивление; $Z_3 = 1$ – активное сопротивление. Рассчитать и построить угловую характеристику. Определить идеальный предел мощности, предельный по устойчивости угол. Какой угол имеет генератор, передающий мощность $P_0 = 2$?



7.2.4. Банк тестовых заданий и регламент проведения тестирований

7.2.4.1. Банк тестовых заданий для проведения тестирований

Название банка тестовых заданий	Кол-во заданий в банке тестовых заданий	Разработчики
Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах	500	Кузнецов В.Н.

7.2.4.2. Регламент проведения тестирований

Название банка тестовых заданий	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Номера и наименования разделов теста	Кол-во заданий в разделе	Время на тестирование, мин.
Итоговый тест по курсу через ЦТ (Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах, тест, итоговый)	20	Тема 1.1 Общие вопросы расчёта и анализа электромагнитных переходных процессов	5	70
		Тема 1.2 Трехфазные короткие замыкания	5	
		Тема 1.3 Несимметричные короткие замыкания. Продольная несимметрия	4	
		Подтема 1.4.1 Общие вопросы расчёта и анализа электромагнитных переходных процессов	2	
		Подтема 1.4.2 Несимметричные короткие замыкания. Продольная несимметрия	1	
		Тема 1.5 Электромеханические переходные процессы	3	

7.2.5. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

Тема курсовой работы: «Расчет электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах» (выполняется по вариантам).

Критерии и нормы оценки курсовых работ

Оценки	Критерии и нормы оценки
«отлично»	«Отлично» ставится, если студент выполнил все разделы курсовой работы правильно, сдал его в зачетную неделю и ответил при защите курсовой работы на все вопросы.
«хорошо»	«Хорошо» ставится, если студент выполнил разделы курсовой работы с несущественными неточностями, сдал курсовую работу в зачетную неделю и ответил при защите курсовой работы на все вопросы.
«удовлетворительно»	«Удовлетворительно» ставится, если студент выполнил разделы курсовой работы с некоторыми неточностями и затруднился в некоторых ответах при защите курсовой работы.
«неудовлетворительно»	«Неудовлетворительно» ставится, если студент не выполнил курсовую работу в срок.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Проблема переходных процессов (ПП) в электроэнергетических системах (ЭЭС). Основные виды, особенности и влияние переходных процессов в ЭЭС.
2	Электромагнитный переходный процесс в ЭЭС. Причины возникновения и следствия. Назначения расчетов ПП. Основные допущения. Расчетные условия.
3	Понятия о системах единиц – именованные и относительные. Вывод типовых формул для расчетов режимов КЗ с номинальным напряжением ниже 1 кВ.
4	Схемы замещения отдельных элементов ЭЭС. Построение и преобразование результирующей схемы замещения (КЗ на стороне ниже 1 кВ). Учет коэффициентов трансформации
5	Использование системы относительных единиц в расчетах переходных процессов. Вывод типовых формулы для расчетов режимов КЗ с напряжением выше 1 кВ.
6	Преобразование схем замещения. Свертывание и развертывание расчетных схем. Типовые формулы. Упрощающие приемы. Ток КЗ свернутой схемы.
7	Трехфазное КЗ в неразветвленной трехфазной цепи, питаемой шиной бесконечной мощности. Векторная диаграмма и система уравнений. Вынужденная и свободная составляющие тока трехфазного КЗ.
8	Апериодическая слагающая тока КЗ, ее начальное значение, постоянная времени затухания. Сверхпереходный ток КЗ. Ударный ток КЗ – типовая формула
9	Полный ток трехфазного КЗ, его мгновенное и действующее значения. Действующее значения сверхпереходного и установившегося тока.
10	Эквивалентная постоянная времени затухания апериодических слагающих трехфазного тока КЗ. Методы их точного и приближенного расчета.
11	Синхронный генератор (СГ): основные характеристики и векторная диаграмма. Синхронный генератор в первый момент трехфазного КЗ.
12	Синхронные, переходные и сверхпереходные ЭДС и сопротивления. Сверхпереходный режим КЗ - схема замещения и векторные диаграммы.
13	Установившийся режим трехфазного КЗ синхронного генератора. Его параметры, векторная диаграмма и схема замещения.
14	Влияние АРВ на режим установившегося КЗ. Основные виды АРВ генератора. Переходный процесс в синхронном генераторе при трехфазном КЗ.
15	Апериодическая слагающая тока трехфазного КЗ в цепи, питаемой источником конечной мощности. Постоянная времени ее затухания. Ударный ток КЗ.
16	Элементы нагрузки ЭЭС и систем электроснабжения. Их влияние на ПП при трехфазном КЗ. Обобщенная нагрузка – характеристики и учет.
17	Расчет сверхпереходного, ударного и установившегося тока трехфазного КЗ от обобщенной нагрузки. Учет составляющих тока КЗ во времени.
18	Метод расчетных кривых – основные допущения. Методика расчета переходного процесса при трехфазных КЗ в разветвленных сетях выше 1 кВ.
19	Расчёт ударных токов КЗ в разветвленных цепях ЭЭС с номинальным напряжением выше 1 кВ (по методу расчетных кривых).
20	Расчет сверхпереходных и ударных токов трехфазного КЗ в цепях с номинальным напряжением ниже 1 кВ.
21	Расчет полного тока КЗ в цепях с номинальным напряжением ниже 1 кВ. Тепловой спад тока. Ударный ток КЗ. Учет подпитки от мелких АД.

№ п/п	Вопросы к экзамену
22	Классификация несимметричных КЗ и аварий Основные допущения и расчетные условия, применяемые при расчетах несимметричных КЗ.
23	Использование метода симметричных составляющих для анализа несимметричных КЗ. Установившийся и сверхпереходный режимы несимметричного КЗ.
24	Параметры воздушных и кабельных линий для токов различных последовательностей.
25	Параметры нагрузки ЭЭС для токов различных последовательностей при несимметричном КЗ
26	Схемы прямой и обратной последовательностей Правила построения
27	Правила построения схемы нулевой последовательности
28	Влияние конструкции магнитопровода двухобмоточных трансформаторов на схемы нулевой последовательности.
29	Влияние групп соединения двухобмоточных трансформаторов на схемы нулевой последовательности.
30	Автотрансформаторы и трехобмоточные трансформаторы в схеме нулевой последовательности
31	Комплексные схемы замещения несимметричных КЗ и их назначение в практических расчетах. Неметаллические НКЗ.
32	Однофазное КЗ. Симметричные составляющие тока и напряжения в точке КЗ. Расчетные выражения. Фазные токи и напряжения. Векторная диаграмма
33	Двухфазное КЗ. Симметричные составляющие тока и напряжения в точке КЗ. Расчетные выражения. Фазные токи и напряжения. Векторная диаграмма
34	Двухфазное КЗ на землю. Расчетные выражения. Фазные токи и напряжения. Векторная диаграмма
35	Правило эквивалентности прямой последовательности. Типовые формулы для расчета НКЗ различных видов
36	Сравнение видов КЗ по тяжести. Коэффициент тяжести аварии.
37	Расчет переходного процесса НКЗ во времени. Метод расчетных кривых – алгоритм расчёта и особенности его применения при НКЗ
38	Однофазное КЗ в системах электроснабжения с изолированной нейтралью. Векторная диаграмма и схема замещения. Емкостной ток и его компенсация
39	Расчет однофазного КЗ в системах электроснабжения с изолированной нейтралью. Критический ток простого КЗ. Режимы перекомпенсации и недокомпенсации.
40	Виды продольной несимметрии. Правило эквивалентности прямой последовательности для продольной несимметрии. Расчетные выражения
41	Обрыв одной фазы. Векторные диаграммы. Граничные условия. Применение метода симметричных составляющих. Расчет
42	Обрыв двух фаз. Векторные диаграммы и граничные условия. Применение метода симметричных составляющих.
43	Комплексные схемы замещения и их использование для расчета продольной несимметрии.
44	Современные методы расчетов переходных режимов в ЭЭС. Использование промышленных программных пакетов для расчета и анализа КЗ и других аварий
45	Статическая и динамическая устойчивость.
46	Электромеханический переходный процесс в ЭЭС. Причины возникновения и следствия. Назначения расчетов таких ПП. Основные допущения.
47	Статическая устойчивость (СУ) ЭЭС. Практические критерии СУ. Практическая устойчивость.
48	Сверхпереходные и синхронные параметры СГ. Векторная диаграмма и угловая ха-

№ п/п	Вопросы к экзамену
	рактеристика нормального режима явнополюсного генератора.
49	Угловые характеристики СГ при замещении его сверхпереходными параметрами. Предельный угол по условиям сохранения СУ.
50	Виды и влияние АРВ синхронного генератора на СУ. Регуляторы сильного и пропорционального действия.
51	Понятие о статической устойчивости и неустойчивости нагрузки. Действительный предел мощности. Критерии устойчивости нагрузки.
52	Динамическая устойчивость (ДУ) электропередачи. Отключение и включение цепи двухцепной линии. Правило площадей. Запас ДУ.
53	Аварийные угловые характеристики. Правило площадей для случая трёхфазного КЗ. Сравнение тяжести аварий.
54	Предельный угол выбега ротора генератора. Предельный угол отключения аварии. Вывод расчетной формулы.
55	Динамические характеристики нагрузки. Динамическая устойчивость синхронной нагрузки. АРВ синхронного двигателя.
56	Пуск СД. Групповой выбег синхронных и асинхронных двигателей. Анализ влияния на динамическую устойчивость ЭЭС.
57	ДУ асинхронной нагрузки. Пуск АД. Влияние внешнего сопротивление на режим пуска двигателя.
58	Наброс нагрузки на СД и АД. Толчкообразная нагрузка ЭЭС и её влияние на динамическую устойчивость ЭЭС.
59	АРВ и форсировка возбуждения генераторов – влияние на динамическую устойчивость ЭЭС.
60	Сложные системные аварии, их последствия и меры предотвращения. Примеры протекания аварий в РФ и мире.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
6	экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 85 - 100 баллов
		«хорошо»	выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 70 - 84 баллов
		«удовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 55 - 69 баллов
		«неудовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 0 - 54 баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Крючков И.П., Старшинов В.А., Гусев Ю.П., Пираторов М.В.	Короткие замыкания и несимметричные режимы электроустановок	Учебное пособие	2021	ЭБС "Консультант студента"
2	Крючков И.П., Старшинов В.А., Гусев Ю.П., Пираторов М.В.	Переходные процессы в электроэнергетических системах	Учебник	2021	ЭБС "Консультант студента"
3	Долгов А. П.	Переходные электромеханические процессы электрических систем	Учебное пособие	2019	ЭБС "Консультант студента"

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Сазыкин В. Г.	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах	Учебник	2018	ЭБС «IPRbooks»
2	Пилипенко В. Т.	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах	Учебно-методическое пособие	2014	ЭБС «IPRbooks»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analitics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;

– Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;

– Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;

– Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;

– Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;

– Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;

– NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежу-	Проектор, экран, стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	точной аттестации (Э-211)	
2	Лаборатория "Моделирование электрических систем. Внутризаводское электроснабжение и режимы". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-210)	Экран, столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска ИНТЕРАКТИВНАЯ, комплект типового лабораторного оборудования, ПК лабораторные столы с оборудованием, жалюзи., проектор.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)	Столы, стулья, компьютеры