

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части Блока 1
«Переходные процессы в энергетике»

Направление подготовки бакалавров – 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Направленность (профиль) – Электроснабжение.

Типы задач профессиональной деятельности: эксплуатационный.

Форма обучения – очная и заочная.

Машиностроительный факультет
Кафедра «Электроснабжения и электротехники»

Тверь 20__

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: ст. преподаватель

А.В. Крупнов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭС и Э

«__» _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

А.Н. Макаров

Согласовано

Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью изучения дисциплины «Переходные процессы в энергетике» является получение систематизированных знаний о взаимосвязанных электромагнитных и электромеханических переходных процессах в электроэнергетических системах и их основных элементах, теоретических и практических навыков их анализа.

Задачами дисциплины являются:

изучение физики переходных процессов;

освоение основных методов расчёта переходных процессов;

освоение студентами математических моделей различных элементов электроэнергетической системы (синхронных генераторов, асинхронных электродвигателей, трансформаторов и др.), отражающих особенности переходных процессов в этих элементах;

получение знаний в области методов исследования переходных процессов, практических методов расчета токов короткого замыкания и оценки статической и динамической устойчивости электроэнергетической системы;

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;

формирование системных и профессиональных компетенций по расчету переходных процессов и устойчивости в узлах нагрузки, а также асинхронных режимов.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 структуры ОП ВО.

Для изучения курса требуется использование знаний и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин подготовки бакалавров: «Теоретические основы электротехники», «Математические задачи энергетики», «Математика» и «Физика», «Электротехнические системы и сети», «Системы электроснабжения», «Электрические машины».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при изучении дисциплин «Электротехнические системы и сети», «Электрические станции и подстанции», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», написании статей и тезисов, при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Перечень компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП

ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

Индикаторы компетенции, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-4.2. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Расчетные схемы и параметры их элементов, схемы замещения и их преобразование, приведение параметров элементов к базисным условиям, сопротивления элементов электрической цепи токам отдельных последовательностей.

32. Режимы работы систем электроснабжения, причины возникновения переходных процессов.

33. Методики расчета начального значения тока короткого замыкания, определения тока короткого замыкания в произвольный момент времени, ударного тока короткого замыкания.

34. Методики оценки статической устойчивости электроэнергетических систем при использовании практических критериев статической устойчивости; упрощенные методы оценки динамической устойчивости.

Уметь:

У1. Рассчитывать токи и напряжения при симметричных и несимметричных коротких замыканиях и при обрывах фаз.

У2. Использовать метод симметричных составляющих при расчетах несимметричных систем, строить схемы замещения отдельных последовательностей, в том числе и комплексные схемы замещения.

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Индикаторы компетенции, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-2.1. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Виды и причины коротких замыканий;

32. Виды устойчивости электроэнергетических систем и узлов нагрузки.

33. Назначения расчета переходных процессов.

Уметь:

У1. Применять технические средства для ограничения токов короткого замыкания.

У2. Оценивать статическую и динамическую устойчивости электрических систем и узлов нагрузки, рассчитывать запас устойчивости.

У3. Использовать основные и дополнительные мероприятия по повышению устойчивости систем электроснабжения.

УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Индикаторы компетенции, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-6.1. Эффективно планирует собственное время.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Особенности переходных процессов при замыканиях в питающих сетях, в сетях повышенной частоты, при замыканиях на землю в сетях с изолированной нейтралью.

32. Особенности расчетов токов коротких замыканий в электроустановках напряжением до 1 кВ и свыше 1 кВ.

33. Современные промышленные программы для расчёта токов короткого замыкания и моделирование электрических цепей.

Уметь:

У1. Выбирать оптимальный алгоритм расчета переходного процесса в зависимости от назначения расчета: выбор и проверка электрических аппаратов; координации уровней токов короткого замыкания для сетей 110-220 кВ; выбор уставок релейной защиты и автоматики; анализ устойчивости.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Лекции, практические занятия, выполнение расчетно-графических работ; самостоятельная работа, проведение исследования на поставленную тему и подготовка реферата как представление результатов исследования.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Семестр 5		
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		45
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Семинары (С)		не предусмотрены
Лабораторный практикум (ЛП)		не предусмотрены
Самостоятельная работа (всего)		27+36 (экзамен)
В том числе:		
Расчетно-графические работы		15
Реферат		
Другие виды самостоятельной работы (подготовка презентации, доклада)		4
Контроль промежуточный и итоговый (балльно-рейтинговый, экзамен)	1	7+36 (экзамен)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

Продолжение таблицы 1а.

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Семестр 6		
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		45
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Семинары (С)		не предусмотрены
Лабораторный практикум (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа (всего)		63
В том числе:		
Курсовой проект		30
Расчетно-графические работы		6
Реферат		не предусмотрен
Контроль промежуточный и итоговый (балльно-рейтинговый, зачет)		20+7 (зачет)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Семестр 5		
Общая трудоемкость дисциплины	3	6+102
Аудиторные занятия (всего)		6+6
В том числе:		
Лекции		4+4
Практические занятия (ПЗ)		2+2
Семинары (С)		не предусмотрены
Лабораторный практикум (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа (всего)		87+9 (экзамен)
В том числе:		
Расчетно-графические работы		30
Реферат		
Другие виды самостоятельной работы (подготовка презентации, доклада)		7
Контроль промежуточный и итоговый (балльно-рейтинговый, экзамен)	1	40+9 (экзамен)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

Продолжение таблицы 1б.

Семестр 6		
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		2
В том числе:		
Лекции		0
Практические занятия (ПЗ)		2
Семинары (С)		не предусмотрены
Лабораторный практикум (ЛП)		не предусмотрены
Самостоятельная работа (всего)		102+4 (контроль+зачет)
В том числе:		
Курсовой проект		55
Расчетно-графические работы		15
Реферат		не предусмотрен
Контроль промежуточный и итоговый (балльно-рейтинговый, зачет)		32+4 (контроль+зачет)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

5.1. Структура дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№ пп	Наименование модуля	Трудоём- кость, час	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практи- кум	Самостоят. работа
Семестр 5						
1	Модуль 1. Общие сведения о переходных процессах. Электромагнитные переходные процессы. Переходные процессы в трёхфазных цепях.	36+18	15	8	-	13+18 (экзамен)
2	Модуль 2. Практические методы расчётов коротких замыканий. Продольная и поперечная несимметрия. Особенности коротких замыканий в сетях различного назначения.	36+18	15	7	-	14+18 (экзамен)
3	Всего за 5 семестр	72+36	30	15	-	27+36 (экз.)

Продолжение таблицы 2а

№ пп	Наименование модуля	Трудоём- кость, час	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практи- кум	Самостоят. работа
Семестр 6						
4	Модуль 3. Электромеханические переходные процессы. Устойчивость режима работы системы электро-снабжения. Практические критерии и методы расчёта устойчивости системы электро-снабжения.	61	17	8	-	20+12+4 (КП+зачет)
5	Модуль 4. Устойчивость узлов нагрузки и её отдельных элементов. Мероприятия по повышению устойчивости.	47	13	7	-	16+8+3 (КП+зачет)
Всего за 6 семестр		108	30	15	-	63 (КП+зачет)
Всего на дисциплину		216	60	30	-	90+36(экз.)

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б

Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№ пп	Наименование модуля	Трудоём- кость, час	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практи- кум	Самостоят. работа
Семестр 5						
1	Модуль 1. Общие сведения о переходных процессах. Электромагнитные переходные процессы. Переходные процессы в трёхфазных цепях.	48+4	4	2	-	42+4 (экзамен)
2	Модуль 2. Практические методы расчётов коротких замыканий. Продольная и поперечная несимметрия. Особенности коротких замыканий в сетях различного назначения.	49+5	4	2	-	43+5 (экзамен)
3	Всего за 5 семестр	108	8	4	-	87+9 (экз.)

Продолжение таблицы 2б

№ пп	Наименование модуля	Трудоём- кость, час	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практи- кум	Самостоят. работа
Семестр 6						
4	Модуль 3. Электроме- ханические переходные процессы. Устойчивость режима работы системы электро- снабжения. Практичес- кие критерии и методы расчёта устойчивости системы электро- снабжения.	61	0	1	-	60 (КП+зачет)
5	Модуль 4. Устойчивость узлов нагрузки и её отдельных элементов. Мероприятия по повышению устой- чивости.	47	0	1	-	46 (КП+зачет)
	Всего за 6 семестр	108	0	2	-	106 (КП+зачет)
	Всего на дисциплину	216	8	6	-	193+9(экз.)

5.2. Содержание дисциплины

Семестр 5. Электромагнитные переходные процессы

Модуль 1. Общие сведения о переходных процессах. Электромагнитные переходные процессы. Переходные процессы в трёхфазных цепях

Тема 1. Общие сведения о переходных процессах.

Виды и причины переходных процессов в электрических цепях. Основные понятия и определения. Назначение расчётов переходных процессов.

Тема 2. Электромагнитные переходные процессы.

Особенности электромагнитных переходных процессов. Схемы замещения элементов электроэнергетической системы. Составление расчётных схем. Виды, причины и последствия коротких замыканий (КЗ). Основные допущения, принимаемые при расчётах. Общий порядок расчёта КЗ. Использование системы относительных единиц. Составление схемы замещения системы и определение её параметров.

Тема 3. Переходные процессы в трёхфазных цепях.

Трёхфазное КЗ в неразветвлённой цепи, подключённой к источнику синусоидального напряжения промышленной частоты. Физическая сущность возникновения составляющих тока КЗ. Ударный ток КЗ. Особенности переходного процесса в разветвлённой цепи. Переходный процесс при включении в сеть трансформатора на холостом ходу. Переходный процесс при КЗ за трансформатором. Установившийся режим трёхфазного КЗ. Влияние АРВ на установившийся режим КЗ. Расчёт установившегося тока КЗ в сложных

системах. Начальный момент внезапного нарушения режима: параметры и схема замещения синхронной машины (СМ) в начальный момент КЗ. Уравнения электромагнитного переходного процесса СМ. Расчёт периодической составляющей при удалённых КЗ.

Модуль 2. Практические методы расчётов коротких замыканий. Продольная и поперечная несимметрия. Особенности коротких замыканий в сетях различного назначения

Тема 4. Практические методы расчётов коротких замыканий.

ГОСТ и РД по расчету токов КЗ. Расчет начального значения тока короткого замыкания. Определение тока короткого замыкания в произвольный момент времени по расчетным и типовым кривым. Учет электродвигателей при расчете токов короткого замыкания. Расчеты токов короткого замыкания с использованием вычислительных машин.

Тема 5. Продольная и поперечная несимметрия.

Метод симметричных составляющих. Соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений. Схемы замещения отдельных последовательностей. Однофазное, двухфазное, двухфазное на землю КЗ. Учет переходного сопротивления в месте КЗ. Правило эквивалентности прямой последовательности. Комплексные схемы замещения. Продольная и сложные виды несимметрии. Разрыв одной фазы. Разрыв двух фаз. Однофазное короткое замыкание с разрывом фазы.

Тема 6. Особенности коротких замыканий в сетях различного назначения

Замыкание на землю в сетях с изолированной нейтралью. Расчеты токов короткого замыкания в электроустановках напряжение до 1 кВ. Особенности расчёта токов КЗ в сетях постоянного тока и повышенной частоты.

Семестр 6. Электромеханические переходные процессы

Модуль 3. Электромеханические переходные процессы. Устойчивость режима работы системы электроснабжения. Практические критерии и методы расчёта устойчивости системы электроснабжения

Тема 1. Электромеханические переходные процессы.

Исходные условия исследования электромеханических переходных процессов. Статическая устойчивость. Динамическая устойчивость. Результирующая устойчивость.

Тема 2. Устойчивость режима работы системы электроснабжения. Практические критерии и методы расчёта устойчивости системы электроснабжения.

Модели элементов при анализе устойчивости. Практические критерии оценки статической устойчивости ЭЭС. Исследование статической устойчивости методом малых колебаний. Упрощенные методы определения динамической устойчивости. Оценка динамической устойчивости ЭЭС методом площадей. Расчет динамической устойчивости методом последовательных интервалов. Учет автоматического регулирования при расчете устойчивости. Оценка результирующей устойчивости. Применение средств вычислительной техники.

Модуль 4. Устойчивость узлов нагрузки и её отдельных элементов. Мероприятия по повышению устойчивости

Тема 4. Устойчивость узлов нагрузки и её отдельных элементов.

Исходные положения. Расчет устойчивости асинхронных и синхронных двигателей. Учет влияния электрической сети на устойчивость узла нагрузки. Влияние компенсации реактивной мощности на устойчивость узла нагрузки. Использование статических характеристик при расчете устойчивости узла комплексной нагрузки. Резкие изменения параметров режима в узлах системы электроснабжения. Наброс нагрузки на электродвигатели. Переходный процесс в узле нагрузки при пуске асинхронного двигателя. Переходный процесс в узле нагрузки при пуске синхронных двигателей. Самозапуск асинхронных двигателей. Самозапуск синхронных двигателей.

Тема 5. Мероприятия по повышению устойчивости

Классификация мероприятий по повышению устойчивости. Использование регуляторов электростанций. Использование устройств релейной защиты и автоматики.

5.3. Лабораторный практикум

Учебным планом не предусмотрены.

5.4. Практические и (или) семинарские занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а.

Тематика практических занятий и их трудоемкость

№ пп	Учебно – образовательный модуль. Цели практических занятий	Примерная тематика практических занятий	Трудоёмкость в часах
Семестр 5			
1	Модуль 1 Цель: овладение практическими навыками расчета токов трехфазного короткого замыкания	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчетные схемы и параметры их элементов. 2. Схемы замещения и их преобразование. 3. Расчет токов коротких замыканий в именованных и относительных единицах. 4. Приведение параметров элементов короткозамкнутой цепи к базисным условиям. 5. Расчет токов короткого замыкания в удаленных точках системы электроснабжения. Расчет начального значения тока короткого замыкания. Расчет ударного тока короткого замыкания. 6. Определение тока короткого замыкания в произвольный момент времени по расчетным и типовым кривым. Расчет токов и напряжений при установившемся режиме короткого замыкания. 7. Учет электродвигателей при расчете токов короткого замыкания. 8. Расчеты токов короткого замыкания с использованием вычислительных машин. 	8

№ пп	Учебно – образовательный модуль Цели практикума	Примерная тематика практических занятий	Трудоёмкость в часах
2	Модуль 2 Цель: овладение практическими навыками расчета токов и напряжений при неполнофазных коротких замыканиях и при разрывах фаз	1. Расчет токов и напряжений при однофазном, двухфазном и двухфазном на землю коротких замыканиях. Построение схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Использование комплексных схем замещения. 2. Расчет токов и напряжений при разрывах фаз. 3. Расчеты токов короткого замыкания в электроустановках напряжение до 1 кВ. 4. Расчёт однофазных токов короткого замыкания в сетях с изолированной нейтралью	7
Семестр 6			
3	Модуль 3 Цель: овладение практическими навыками расчета и оценки статической и динамической устойчивости ЭЭС	1. Расчетные схемы и схемы замещения для расчета устойчивости ЭЭС. 2. Расчет и оценка статической устойчивости на основе практических критериев устойчивости. 3. Упрощенные методы определения динамической устойчивости. Оценка динамической устойчивости ЭЭС методом площадей. Расчет динамической устойчивости методом последовательных интервалов. Оценка результирующей устойчивости.	8
4	Модуль 4 Цель овладение практическими навыками расчета устойчивости узлов нагрузки при слабых и сильных возмущениях режима	Расчетные схемы, схемы замещения для расчета устойчивости узлов нагрузки при малых возмущениях режима. Расчет устойчивости асинхронных и синхронных двигателей. Расчет устойчивости с учетом влияния электрической сети на устойчивость узла нагрузки. Оценка влияния компенсации реактивной мощности на устойчивость узла нагрузки. Использование статических характеристик при расчете устойчивости узла комплексной нагрузки. Резкие изменения параметров режима в узлах системы электроснабжения. Расчет устойчивости узла нагрузки при набросе нагрузки на электродвигатель. Расчет устойчивости узла нагрузки при пуске асинхронного или синхронного двигателей. Расчет устойчивости узла нагрузки при самозапуске двигателей.	7

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б.

Тематика практических занятий и их трудоемкость

№ пп	Учебно – образователь- ный модуль. Цели практических занятий	Примерная тематика практических занятий	Трудоём- кость в часах
Семестр 5			
1	Модуль 1 Цель: овладение практическими навыками расчета токов трехфазного короткого замыкания	1. Расчетные схемы и параметры их элементов. 2. Приведение параметров элементов короткозамкнутой цепи к базисным условиям. 3. Расчет начального значения тока короткого замыкания. Расчет ударного тока короткого замыкания. 4. Определение тока короткого замыкания в произвольный момент времени по расчетным и типовым кривым. 5. Расчеты токов короткого замыкания с использованием вычислительных машин.	2
2	Модуль 2 Цель: овладение практическими навыками расчета токов и напряжений при неполнофазных коротких замыканиях и при разрывах фаз	1. Расчет токов и напряжений при однофазном, двухфазном и двухфазном на землю коротких замыканиях. Построение схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Использование комплексных схем замещения. 2. Расчеты токов короткого замыкания в электроустановках напряжение до 1 кВ. 3. Расчёт однофазных токов короткого замыкания в сетях с изолированной нейтралью	2
Семестр 6			
3	Модуль 3 Цель: овладение практическими навыками расчета и оценки статической и динамической устойчивости ЭЭС	1. Расчет и оценка статической устойчивости на основе практических критериев устойчивости. 2. Оценка динамической устойчивости ЭЭС методом площадей. Расчет динамической устойчивости методом последовательных интервалов. Оценка результирующей устойчивости.	1
4	Модуль 4 Цель овладение практическими навыками расчета устойчивости узлов нагрузки при слабых и сильных возмущениях режима	1. Расчетные схемы, схемы замещения для расчета устойчивости узлов нагрузки при малых возмущениях режима. Расчет устойчивости асинхронных и синхронных двигателей. 2. Расчет устойчивости узла нагрузки при набросе нагрузки на электродвигатель. Расчет устойчивости узла нагрузки при пуске асинхронного или синхронного двигателей.	1

5.5. Практикумы, тренинги, деловые и ролевые игры

Учебным планом не предусмотрены.

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и нестандартных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, выполнению расчетно-графической и курсового проекта, к текущему контролю успеваемости, экзамену и зачету.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются возможные темы рефератов в рамках предметной области дисциплины, из которых студенты выбирают тему своего реферата, при этом студентом может быть предложена и своя тематика. Студенты готовят печатный вариант реферата, делают по нему презентацию (в Power Point) и доклад перед студентами группы. Обсуждение доклада происходит в диалоговом режиме между студентами, студентами и преподавателем, но без его доминирования. Такая технология обучения способствует развитию у студентов информационной коммуникативности, рефлексии критического мышления, самопрезентации, умений вести дискуссию, отстаивать свою позицию и аргументировать ее, анализировать и синтезировать изучаемый материал, представлять его аудитории. Доклады по презентациям рекомендуется проводить в рамках обучающих практикумов, семинаров, студенческих вузовских и кафедральных конференций. Качество реферата (его структура, полнота, новизна, количество используемых источников, самостоятельность при его написании, степень оригинальности и инновационности предложенных решений, обобщений и выводов), а также уровень доклада (акцентированность, последовательность, убедительность, использование специальной терминологии) учитываются в системе балльно-рейтингового контроля и итоговой экзаменационной оценке по дисциплине.

Содержание самостоятельной работы

Темы расчетно-графических работ представлены в таблице 4.

Возможная тематическая направленность реферативной работы представлена для каждого учебно-образовательного модуля и области профессиональных знаний представлена в таблице 5.

Тематика реферативно-исследовательской работы выбирается студентом самостоятельно, при этом кафедра обеспечивает консультирование студента по ней и остальным видам самостоятельной работы.

Таблица 4

Тематика расчетно-графических работ.

№ пп	Учебно – образовательный модуль. Цели расчетно-графических работ	Примерная тематика
1.	Модуль 2 Цель: формирование умений расчета и оценки токов и напряжений при трехфазных и неполнофазных коротких замыканиях в электрических сетях	Расчет токов и напряжений при трехфазном коротком замыкании в системе электроснабжения
		Расчет токов и напряжений при неполнофазных коротких замыканиях в системах электроснабжения
2.	Модуль 4 Цель: формирование умений расчета и оценки устойчивости систем электроснабжения	Исследование динамической устойчивости систем электроснабжения методом площадей и последовательных интервалов
		Расчет устойчивости узлов нагрузки при больших и малых возмущениях режима

Таблица 5

Возможная тематика реферативной работы.

Учебно-образовательный модуль	Возможная тематика самостоятельной реферативной работы
Модуль 1	Аварийные режимы в СЭС, их последствия и пути предотвращения.
	Виды переходных процессов в СЭС и их характерные особенности.
	Виды, причины и последствия электромагнитных переходных процессов в СЭС.
	Оценка погрешности в расчете тока КЗ по точному и приближенному приведениям параметров элементов схемы замещения короткозамкнутой цепи.
	Влияние демпферных обмоток синхронных машин на протекание переходного процесса в них.
	Системы уравнений Парка-Горева и ее применение для описания переходных процессов в электрических машинах.
	Особенности расчетов переходных процессов в электродвигателях.
	Влияние удаленности точки КЗ на источники питания.
	Влияние АРВ на характер протекания тока КЗ.
	Изменение полного тока и его составляющих при трехфазном КЗ в различных точках СЭС.
	Источники питания места КЗ и определение создаваемых ими токов.
	Сравнение результатов расчета тока КЗ по его общему и индивидуальному изменениям для конкретной СЭС.
Разработка алгоритма и программы расчетов токов и напряжений при КЗ в сети напряжением до 1кВ для типовой схемы СЭС.	

Учебно-образовательный модуль	Возможная тематика самостоятельной реферативной работы
Модуль 2	Применение метода симметричных составляющих при анализе и расчете несимметричных КЗ и обрывах фаз .
	Основные расчетные соотношения при всех видах КЗ в одной точке и векторные диаграммы токов и напряжений .
	Токи и напряжения с двух сторон трансформатора при различных схемах и группах соединения его обмоток при несимметричном КЗ или обрыве фаз на стороне с заземленной нейтралью .
	Опасность процессов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
	Расчеты аварийных режимов в сетях постоянного тока
	Оценка процессов при коммутациях конденсаторных батарей в электрических сетях
Модуль 3	Особенности электромеханических переходных процессов их влияние на работу СЭС.
	Математическое описание электромеханических переходных процессов в СЭС.
	Отличительные особенности статической, динамической и результирующей устойчивости СЭС.
	Мероприятия по обеспечению устойчивости электроэнергетических систем.
	Оценка статической устойчивости СЭС по практическим критериям и методу малых колебаний..
	Анализ динамической устойчивости СЭС на основе уточненных методов. Способы ресинхронизации синхронных двигателей технологических установок
Модуль 4	Составление расчетной модели узла нагрузки.
	Нарушение устойчивости узла нагрузки.
	Влияние размещения источников реактивной мощности в распределительной сети на устойчивость СЭС.
	Оценка статической устойчивости СЭС с регулированием напряжения трансформаторами.
	Обобщенные характеристики нагрузки.
	Влияние толчкообразной нагрузки на режим работы системы.
	Влияние условий пуска асинхронных и синхронных двигателей на устойчивость системы электроснабжения.
	Переходные процессы при самозапуске асинхронных и синхронных двигателей в узлах нагрузки..
	Методы расчета устойчивости узлов нагрузки при сильных возмущениях с помощью ЭВМ.
Комплексные работы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уровни токов короткого замыкания: координация и оптимизации уровней токов короткого замыкания. 2. Повышение устойчивости систем электроснабжения.

Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсовой работы, разработанными на кафедре ЭС и Э.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Бугров, В.Г. Электромеханические переходные процессы в системах электроснабжения : учеб. пособие / В.Г. Бугров; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ , 2005. - 115 с. : ил. - Библиогр. : с. 114. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0304-X : [б. ц.]. - (ID=56613-93)
2. Бугров, В.Г. Электромеханические переходные процессы в системах электроснабжения : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / В.Г. Бугров; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ , 2005. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/56409>. - (ID=56409-1)
3. Бугров, В.Г. Электромагнитные переходные процессы в системах электроснабжения : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / В.Г. Бугров; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2002. - 116 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 114 . - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 5-7995-0209-4 : 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111712>. - (ID=111712-1)
4. Бугров, В.Г. Электромагнитные переходные процессы в системах электроснабжения : учеб. пособие / В.Г. Бугров; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2002. - 116 с. : ил. - Библиогр. : с. 114 . - ISBN 5-7995-0209-4 : 57 р. 30 к. - (ID=10572-93)
5. Веников, В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : учебник для электроэнергет. спец. вузов / В.А. Веников. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1985. - 536 с. - Текст : непосредственный. - 1 р. 80 к. - (ID=97803-58)
6. Винославский, В.Н. Переходные процессы в системах электроснабжения : учебник для вузов по спец. "Электроснабжение" (по отраслям) / В.Н. Винославский, Г.Г. Пивняк, д.]. [и; под ред. В.Н. Винославского. - Киев : Вища школа, 1989. - 421 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-11-00185-0 : 1 р. 20 к. - (ID=86273-53)
7. Переходные процессы в электроэнергетических системах : учебник для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроснабжение" направления подгот. "Электроэнергетика" / И.П. Крючков [и др.]; под ред. И.П. Крюčkова. - 2-е изд. ; стер. - М. : МЭИ, 2009. - 413 с. : ил. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-383-00413-5 : 580 р. - (ID=84470-59)

7.2. Дополнительная литература

1. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учеб. пособие для вузов / И.П. Крючков [и др.]; под ред.: И.П. Крюčkова, В.А. Старшинова. - 3-е изд. ; стер. - М. : Академия, 2008. - 411 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Энергетика). - Библиогр. : с. 406. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-5281-6 : 290 р. 40 к. - (ID=73513-56)

2. ГОСТ Р 52735-2007. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчёта в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ. – Введ. 2008-0701. – М.: Стандартиформ, 2008.: Информационная система "Технорматив" (российские стандарты). – Режим доступа: <http://www.technormativ.ru>. – (105501-1)
3. ГОСТ 28149-93. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчёта в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ. – Введ. 1995-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1994. Информационная система "Технорматив" (российские стандарты). – Режим доступа: <http://www.technormativ.ru>. – (105501-1)
4. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования : РД 153-34.0-20.527-98 / науч. ред. Б.Н. Неклепаев ; исполн. Б.Н. Неклепаев [и др.] ; Российское открытое акционерное общество энергетики и электрификации "ЕЭС России". - Москва : НЦ ЭНАС, 2004. - 151 с. : ил. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-93196-081-3 : 152 p. - (ID=47685-13)
5. Хрущев, Ю.В. Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы : учебное пособие для вузов / Ю.В. Хрущев, К.И. Заповодников, А.Ю. Юшков; Хрущев Ю.В., Заповодников К.И., Юшков А.Ю. - Москва : Юрайт, 2022. - Образовательная платформа Юрайт. – URL: <https://urait.ru/bcode/490250>. - (ID=145174-0)
6. Сенигов, П.Н. Электро-механические переходные процессы : учеб. пособие / П.Н. Сенигов; Южно-Уральский гос. ун-т . - Челябинск : Южно-Уральский гос. ун-т , 1996. - Внешний сервер. - Текст : электронный. - URL: http://window.edu.ru/window/library?p_mode=1&p_rid=47620&p_rubr=2.2.7 5.30. - (ID=79497-0)

7.3. Методические материалы

1. Переходные процессы в электроэнергетике : методические указания к контрольным работам для студентов очной и заочной форм обучения бакалавриата направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электроснабжение" / составители: А.В. Крупнов, Л.С. Араратьян, М.А. Абдулхамед, М.В. Заварин ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 32 с. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/142559>. - (ID=142559-1)
2. Переходные процессы в электроэнергетике : методические указания к контрольным работам для студентов очной и заочной форм обучения бакалавриата направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электроснабжение" / составитель А.В. Крупнов, Л.С. Араратьян, М.А. Абдулхамед, М.В. Заварин ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 32 с. - Текст : непосредственный. - 136 p. - (ID=142551-45)

3. Переходные процессы в электроэнергетике : метод. указания к курсовой работе для очной и заоч. форм обучения бакалавриата направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электроснабжение" / сост. А.В. Крупнов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/133325>. - (ID=133325-1)
4. Переходные процессы в электроэнергетике : метод. указания к курсовой работе для очной и заоч. форм обучения бакалавриата направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электроснабжение" / сост. А.В. Крупнов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - 16 с. - Текст : непосредственный. - 62 р. - (ID=134101-45)
5. Расчет электромеханических переходных процессов в узлах нагрузки : метод. указания к выполнению курсовой работы для студентов всех видов обучения направления 140400 Электроэнергетика / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ ; сост.: В.Г. Бугров, В.В. Рыбакова. - Тверь : ТвГТУ, 2013. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/100150>. - (ID=100150-1)
6. Экзменационные билеты по "Переходные процессы в электроэнергетике", семестр 1. Направление подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль - Электроснабжение : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-Э). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111715>. - (ID=111715-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

1. Ресурсы: <http://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <http://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <http://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <http://elibrary.ru/>

8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111710>

8. Материально-техническое обеспечение

При изучении дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетике» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

9. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации

9.1. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме экзамена

Экзамен проводится в 5 семестре.

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Допуск до экзамена (бинарный критерий) – допущен или не допущен. Показателем является выполнение всех контрольных мероприятий по текущему контролю успеваемости.

3. Критерии оценки за экзамен:

Критерии оценки и ее значение для категории «Знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0.

Критерии оценки и ее значение для категории «Уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

Оценка за экзамен:

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» – при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен.

5. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении 1. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

6. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Режимы систем электроснабжения нормальные и аварийные.
2. Причины появления электромагнитных переходных процессов и их последствия.
3. Основные виды короткого замыкания и вероятности их возникновения.
4. Условия и допущения при расчетах коротких замыканий.
5. Понятие «электрическая удалённость от источника питания».
6. Цели расчёта токов короткого замыкания. Последовательность преобразования схемы замещения при расчётах.
7. Расчётные схемы и схемы замещения основных элементов ЭЭС.
8. Дифференциальное уравнение короткозамкнутой цепи.
9. Векторная диаграмма для начального момента короткого замыкания.
10. Переходные и сверхпереходные сопротивления синхронной машины. Сверхпереходная ЭДС.
11. Влияние АРВ на переходный процесс.
12. Периодическая составляющая тока КЗ. Мгновенное и действующее значение периодической составляющей.
13. Аperiodическая составляющая.
14. Осциллограмму изменения полного тока и его составляющих при внезапном КЗ.
15. Ударный ток короткого замыкания. Ударный коэффициент.
16. Действующее значение тока при коротком замыкании.
17. Изменение полного тока и его составляющих при КЗ в удалённых точках ЭЭС.
18. Установившийся режим КЗ.
19. Метод определения значение тока КЗ в произвольный момент времени по расчётным кривым. Область применения метода.
20. Метод определения значение тока КЗ в произвольный момент времени по типовым кривым. Область применения метода.
21. Расчет тока КЗ в произвольный момент времени по общему и индивидуальному изменению.
22. Учет подпитки места КЗ двигателями.
23. Особенности расчёта токов КЗ в сетях до 1 кВ.
24. Метод симметричных составляющих.
25. Виды несимметричных переходных процессов.

26. Применимость метода симметричных составляющих к исследованию переходных процессов.
27. Различия сопротивлений прямой, обратной и нулевой последовательности воздушных линий передач.
28. Различия сопротивлений прямой, обратной и нулевой последовательности синхронных машин. Влияние заземления нейтрали на протекание токов различных последовательностей.
29. Различия сопротивлений прямой, обратной и нулевой последовательности трансформаторов. Влияние схемы соединения обмоток на протекание токов различных последовательностей.
30. Поперечная несимметрия. Основные уравнения. Вывод формулы тока прямой последовательности для трехфазного КЗ.
31. Однофазное КЗ. Граничные условия и вывод формулы тока в аварийной фазе. Напряжение симметричных составляющих.
32. Двухфазное КЗ. Граничные условия и вывод формулы тока в поврежденной фазе. Напряжение симметричных составляющих и фазные напряжения.
33. Двухфазное КЗ на землю. Граничные условия и вывод формулы тока прямой последовательности. Напряжение симметричных составляющих и напряжение в месте КЗ.
34. Правило эквивалентности прямой последовательности.
35. Комплексные схемы замещения.
36. Векторные диаграммы токов и напряжений при различных видах несимметричных КЗ.
37. Трансформация токов и напряжений различных последовательностей.
38. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью. Ток замыкания на землю. Напряжение в неповрежденных фазах. Схема замещения и векторная диаграмма токов и напряжений.
39. Способы ограничения уровня токов короткого замыкания.

7. Методические материалы, определяющие процедуру проведения экзамена.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов в текущей редакции.

9.2. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме зачета

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не

зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачёта (семестр 6).

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний или с выполнением дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студента задолженностей в текущем контроле.

3. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» – выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий:

практических работ;

контрольных работ рубежного контроля.

4. Для дополнительного итогового контрольного испытания предусмотрена база заданий, предъявляемая обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении 2.

База заданий итогового дополнительно контрольного испытания:

1. Группы электромеханических переходных процессов.
2. Допущения при анализе устойчивости системы.
3. Основное уравнение электромеханических переходных процессов.
4. Какие физические процессы описывает уравнение электромеханических переходных процессов.
5. Статическая устойчивость. Критерий устойчивости в общем виде, назначение исследования на статическую устойчивость. Синхронизирующая мощность. Количественный критерий статической устойчивости.
6. Динамическая устойчивость. Назначение анализа системы на динамическую устойчивость. Особенности исследования устойчивости при различных видах КЗ.
7. Отличительные признаки статической и динамической устойчивости системы.
8. Результирующая устойчивость. Асинхронный режим генератора. Составляющие асинхронного момента генератора.
9. Простейшая запись уравнения угловой характеристики для чисто реактивной цепи.
10. Типовые модели при анализе системы на статическую устойчивость.
11. Схема «эквивалентный генератор – ЛЭП - шины неизменного напряжения» и её критерий статической устойчивости.
12. Схема с двухсторонним питанием нагрузки и её критерий статической устойчивости.
13. Схема системы с узловой точкой и её критерий статической устойчивости.
14. Основные допущения при исследовании динамической устойчивости. Упрощенные методы и уточненные методы.

15. Метод площадей.
16. Предельный угол и время отключения.
17. Метод последовательных интервалов.
18. Упрощенный учет АРВ при анализе устойчивости – схемы замещения.
19. Расчетные модели узла нагрузки.
20. Расчет устойчивости АД.
21. Влияние КРМ на устойчивость узла нагрузки: ИРМ, БК и СК.

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Число заданий для дополнительного контрольного испытания – 20.

Число вопросов – 3.

Продолжительность – 60 мин.

9.3. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Тема курсового проекта: Исследование статической и динамической устойчивости электроэнергетической системы.

Каждому обучающемуся выдаётся индивидуальная схема и исходные данные для проведения расчётов (по вариантам). Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно производить расчёт курсового проекта по исходным данным, полученным при выполнении расчётно-графической работы по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети».

3. Критерии оценки качества выполнения, как по отдельным разделам курсового проекта, так и работы в целом представлены в таблице 7.

Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в
форме курсового проекта.

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
-	Введение. Исходные данные	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Составление расчетной схемы замещения исследуемой сети для до аварийного (нормального) режима и определение её параметров.	Выше базового – 4 Базовый – 2 Ниже базового – 0
2	Составление расчетной схемы замещения исследуемой сети для после аварийного режима и определение её параметров.	Выше базового – 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0
3	Составление расчетной схемы замещения исследуемой сети для аварийного режима и определение её параметров.	Выше базового – 4 Базовый – 2 Ниже базового – 0
4	Оценка устойчивости исследуемой сети	Выше базового – 4 Базовый – 2 Ниже базового – 0
-	Заключение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
-	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
-	Приложения (графическое изображение полученных результатов расчётов)	Выше базового – 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 21 до 24;

«хорошо» – при сумме баллов от 17 до 20;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 13 до 16;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 13, а также при любой другой сумме, если по разделам 1 – 4 или «Приложения» работа имеет 0 баллов.

4. Методические материалы, определяющие процедуру выполнения и представления работы и технологию её оценивания.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа на кафедре ЭС и Э.

Курсовой проект состоит из титульного листа, содержания, введения, исходных данных, основной части, заключения, списка использованных источников и приложений. Текст должен быть структурирован, содержать рисунки и таблицы. Рисунки и таблицы должны располагаться сразу после

ссылки на них в тексте таким образом, чтобы их можно было рассматривать без поворота курсовой работы. Если это сложно, то допускается поворот по часовой стрелке.

Если таблицу приходится переносить на следующую страницу, то помещают слова: «продолжение табл.» с указанием номера справа, графы таблицы пронумеровывают и повторяют их нумерацию на следующей странице. Заголовок таблицы не повторяют.

Во введении необходимо отразить актуальность темы исследования, цель и задачи курсового проекта. В исходных данных представлено структурировано все необходимые параметры для проведения расчетов. Объем должен составлять 2-3 страницы.

Первая глава «Составление расчетной схемы замещения исследуемой сети для до аварийного (нормального) режима и определение её параметров» должна содержать схему замещения исследуемой сети, определение её параметров, приведение её вида к простейшему для составления уравнения угловой характеристики при нормальном режиме работы сети.

Вторая глава «Составление расчетной схемы замещения исследуемой сети для после аварийного режима и определение её параметров» должна содержать схему замещения исследуемой сети после отключения поврежденного участка, определение её параметров, приведение её вида к простейшему для составления уравнения угловой характеристики при после аварийном режиме работы сети.

Третья глава «Составление расчетной схемы замещения исследуемой сети для аварийного режима и определение её параметров» должна содержать схемы замещения исследуемой сети обратной и нулевой последовательностей, схему замещения исследуемой сети во время аварии (в месте повреждения подключен аварийный шунт), определение её параметров, приведение её вида к простейшему для составления уравнения угловой характеристики при аварийном режиме работы сети.

Четвертая глава «Оценка устойчивости исследуемой сети» должна содержать определение статической устойчивости, определение динамической устойчивости методами площадей и последовательных интервалов, рекомендации по повышению устойчивости сети при необходимости.

В заключение необходимо раскрыть особенности отображения в курсовой работе поставленных задач. Объем должен составлять 1-2 страницы.

Список использованных источников должен содержать не менее 4 наименований (книг, журналов, сборников стандартов, патентов, электронных ресурсов и др.).

В приложениях приводятся схема сети, угловые характеристики, кривая выбега.

Курсовой проект оформляется согласно ГОСТ 7.32-2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Источники использованной литературы должны оформляться согласно

ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Список источников следует составлять в порядке упоминания их в тексте. Ссылки на источники должны приводиться по тексту в квадратных скобках.

Нумерация страниц курсовой работы должна быть сквозной. Первой страницей является титульный лист, на нем номер страницы не ставится, второй - содержание и т.д. Номер страницы проставляется арабскими цифрами снизу страницы, посередине. Приложения необходимо включать в сквозную нумерацию.

Дополнительные процедурные сведения:

а) К середине семестра на проверку представляется разделы 1 - 3 курсового проекта, за две недели до защиты – окончательный вариант.

б) Проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки курсового проекта, и ее оценку. Оценка проставляется в зачётную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

в) Защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

г) Работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

д) Курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

В процессе выполнения студентами курсовой работы, руководитель осуществляет систематическое консультирование.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

Задание студентам очной формы обучения на курсовой проект выдается на 4...5 неделе семестра, заочной формы обучения – на установочной сессии.

В учебный процесс внедрена субъект-субъектная педагогическая технология, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечены учебной и научной литературой для выполнения всех видов самостоятельной работы, и учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению контрольных работ, курсовых работ.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Приложение 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) – Электроснабжение
Кафедра «Электроснабжения и электротехники»
Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетике»

Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:

Аварийные режимы в СЭС, их последствия и пути предотвращения.

2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:

Векторные диаграммы токов и напряжений при однофазном коротком замыкании на землю в сетях с заземленной нейтралью.

3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:

В точке $K^{(2)}$ произошло **двухфазное короткое замыкание**.

Требуется: определить ток короткого замыкания.

Расчётная сеть изображена на рис.

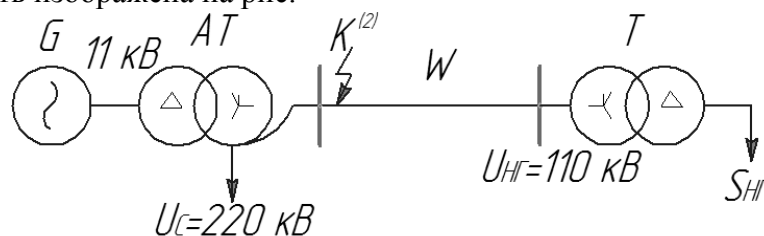


Рис. Схема сети.

Данные для расчёта:

G – турбогенератор. 117 МВА; 10,5 кВ; $X_d'' = 0,24 \approx X_2$;

AT – автотрансформатор 125 МВА; 230/115/10,5 кВ; $U_{BC} = 12,75\%$; $U_{BH} = 11,8\%$; $U_{CH} = 21\%$

Данные остальных элементов схемы приведены в таблице

Таблица. Исходные параметры

Трансформатор, Т			Воздушная линия			Нагрузка Н		Система	
S, МВА	U_B/U_H , кВ	U_K , %	l, км	X_1 , Ом/км	X_0 , Ом/км	U_H , кВ	$S_{HГ}$, МВА	S_C , МВА	U_C , кВ
63	115/11	10,5	50	0,4	1,3	10	50	500	220

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» – при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Разработчик программы: ст. преподаватель

А.В. Крупнов

Заведующий кафедрой

А.Н. Макаров

Приложение 2

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) – Электроснабжение
Кафедра «Электроснабжения и электротехники»
Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетике»

Семестр 5

Задание для дополнительного итогового контрольного испытания № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:

Назовите особенности статической и динамической устойчивости.

2. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 2 балла:

Что такое узел нагрузки и каковы его свойства?

3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:

Для схемы на рис. 1 определить угловые характеристики для до аварийного и аварийного режимов.

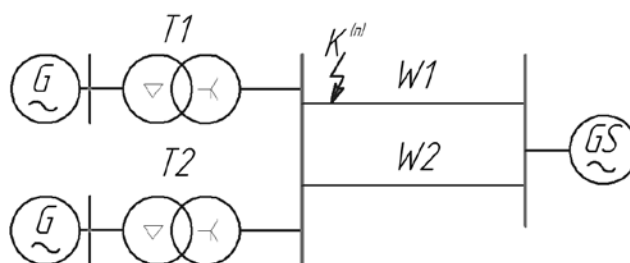


рис. 1. Схема сети

Данные для расчёта:

G – турбогенератор, $S_G=40$ МВА; $U_{НОМ}=10,5$ кВ; $X_d' = 0,3$;

T1, T2 – $S_T=40$ МВА; $n_T=115/10,5$ кВ; $u_K=12\%$;

W1, W2 – $X_{уд}=0,4$ Ом/км; $l = 100$ км;

GS – система: $U_{НОМ}=120$ кВ.

Мощность, выдаваемая в систему $S_0=50$ МВА.

Произошло двухфазное КЗ.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» – при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Разработчик программы: ст. преподаватель

А.В. Крупнов

Заведующий кафедрой

А.Н. Макаров