

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета заочного обучения

 Э.Г.Мухамадиев

« 07 » февраля 2018 г.

Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.Б.21 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль – **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **заочная**

Рабочая программа дисциплины «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03.09.2015 г. № 955.. Программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель: кандидат технических наук, доцент каф. ЭАТП Белов А. В.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»
« 02 » февраля 2018 г. (протокол № 8)

Зав. кафедрой ЭАТП,
доктор технических наук, профессор



В. М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией факультета заочного обучения

« 07 » февраля 2018 г. (протокол № 5)

Председатель методической комиссии,
кандидат технических наук, доцент



А.Н.Козлов

Директор научной библиотеки



Е. Л. Лебедева

Содержание

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП.....	4
1.1 Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	5
3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы	5
3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам.....	6
4. Структура и содержание программы	7
4.1 Содержание дисциплины.....	7
4.2 Содержание лекций.....	7
4.3 Содержание практических занятий	8
4.4. Содержание лабораторных занятий	9
4.5 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	9
4.6. Примерная тематика курсовой работы	10
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения.....	11
промежуточной аттестации обучающихся	11
7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины	11
8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	12
12. Инновационные формы образовательные технологии	13
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	14
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ	26

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

1.1 Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической, монтажно-наладочной, сервисно-эксплуатационной, организационно-управленческой.

Цель дисциплины – сформировать у обучающихся систему знаний об электромагнитных переходных процессах в электроэнергетических системах, необходимых для решения практических задач сельскохозяйственного производства, а также знаний, необходимых для участия в пусконаладочных работах.

Задачи дисциплины:

- изучение электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах, устройства основных элементов электроустановок, операций и порядка проведения пусконаладочных работ.
- формировать умение проводить расчет переходных электромагнитных процессов, а также проводить пусконаладочные работы электрооборудования,
- формировать навыки расчета переходных процессов и проведения пусконаладочных работ электрооборудования.

1.2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-13 Способность участвовать в пусконаладочных работах	Обучающийся должен знать: устройство элементов электроустановок, операции и порядок проведения пусконаладочных работ электрооборудования (Б1.Б.21-3.1)	Обучающийся должен уметь: проводить пусконаладочные работы электрооборудования (Б1.Б.21-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками проведения пусконаладочных работ электрооборудования (Б1.Б.21-Н.1)
ОПК-2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Обучающийся должен знать: основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения профессиональных задач (Б1.Б.07-3.2)	Обучающийся должен уметь: использовать основные физические законы и понятия для решения профессиональных задач (Б1.Б.07-У.2)	Обучающийся должен владеть: навыками применения соответствующего физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (Б1.Б.07-Н.2)

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах» относится к базовой части Блока 1 (Б1.Б.21) основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль – Электроснабжение.

Разделы учебной дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	Формируемые компетенции
		Раздел 1
Предшествующие дисциплины		
1	Электрические станции и подстанции	ПК-13
Последующие дисциплины		
1	Электромеханические переходные процессы	ПК-13

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц (ЗЕТ), 180 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в **9-м семестре**.

3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
Контактная работа (всего)	30
В том числе:	
Лекции	12
Практические / семинарские занятия (ПЗ / СЗ)	14
Лабораторные занятия (ЛЗ)	4
Самостоятельная работа обучающихся	141
В том числе	
Самостоятельное изучение материала	69
Подготовка к практическим / семинарским занятиям	9
Подготовка к лабораторным и к защите лабораторных работ	9
Выполнение курсовой работы	54
Контроль	9
Общая трудоемкость	180/5

3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего час.	В том числе				
			Контактная работа			СРС	Контроль
			Лек ции	ПР	ЛР		
9-й семестр							
1	Введение	7,5	0,5	0	0	7	х
2	Синхронные машины	10	0	0	0	10	х
3	Электромагнитный переходный процесс в синхронной машине	12	0	0	0	12	х
4	Представление элементов электрических систем в схемах замещения	13	1	2	0	10	х
5	Общие принципы расчета токов короткого замыкания (КЗ)	16	2	2	0	12	х
6	Трехфазное КЗ в электрической сети	15	1	2	2	10	х
7	Практический метод расчета тока симметричного КЗ	16	2	2	0	12	х
8	Система обобщенных координат трехфазной сети	10	0	0	0	10	х
9	Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей	14,5	1,5	2	0	11	х
10	Однократная поперечная несимметрия	15	2	2	2	9	х
11	Однократная продольная несимметрия	9	0	0	0	9	х
12	Электромагнитные переходные процессы при сложных видах несимметрии	9	0	0	0	9	х
13	Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ	15	2	2	0	11	х
14	Ограничение тока КЗ	9	0	0	0	9	х
	Контроль	9	0	0	0	0	9

	Всего за 9-й семестр	180	12	14	4	141	9
--	-----------------------------	------------	-----------	-----------	----------	------------	----------

4. Структура и содержание программы

4.1 Содержание дисциплины

Введение

Основные сведения о переходных процессах. Основные понятия и определения.
Виды коротких замыканий

Синхронные машины

Сверхпереходные ЭДС и индуктивное сопротивление синхронной машины.
Представление синхронной машины с схеме замещения.

Электромагнитный переходный процесс в синхронной машине

Дифференциальные уравнения синхронной машины в фазных координатах.
Уравнения Парка-Горева. Системы АРВ.

Представление элементов электрических систем в схемах замещения

Расчет сопротивлений трансформаторов и автотрансформаторов, линий электропередачи, нагрузки, синхронных двигателей, асинхронных двигателей.

Общие принципы расчета токов короткого замыкания

Основные допущения, применяемые при расчетах. Составление схем замещения и расчет их параметров. Понятие о системе относительных единиц.

Трехфазное КЗ в электрической сети

Трехфазное КЗ в простейшей цепи, питаемой от шин неизменного напряжения.
Наибольшее действующее значение полного тока.

Практические методы расчета токов КЗ при симметричном КЗ

Расчет токов в начальный момент нарушения режима. Метод типовых кривых.

Метод симметричных составляющих

Симметричные составляющие токов и напряжений при исследовании переходных процессов. Составление схем замещения для прямой, обратной и нулевой последовательностей.

Однократная поперечная несимметрия

Однофазное, двухфазное и двухфазное на землю КЗ. Векторные диаграммы.

Однократная продольная несимметрия

Обрыв одной фазы, обрыв двух фаз. Векторные диаграммы.

Электромагнитные переходные процессы при сложных видах несимметрии

Обрыв одной фазы, обрыв двух фаз. Замыкание фазы на землю в сетях с изолированной нейтралью. Векторная диаграмма токов и напряжений.

Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ

Расчет в именованных единицах. Учет дополнительных факторов при расчете токов КЗ, таких как тепловое действие тока короткого замыкания, дуга в месте КЗ.

Ограничение токов короткого замыкания

Средства ограничения токов КЗ: оптимизация параметров сети. Оптимизация режима заземления нейтралей в электрических сетях.

4.2 Содержание лекций

№ п/п	Наименование лекций	Количество часов
	9-й семестр	

1	Введение. Основные сведения о переходных процессах. Основные понятия и определения. Виды коротких замыканий (КЗ). Последствия КЗ. Назначение и цели расчетов КЗ.	0,5
2	Представление элементов электрических систем в схемах замещения. Формулы для расчета сопротивлений трансформаторов и автотрансформаторов, линий электропередачи, нагрузки, синхронных двигателей, асинхронных двигателей, реакторов.	1
3	Общие принципы расчета токов КЗ. Основные допущения, применяемые при расчетах. Составление схем замещения и расчет их параметров. Понятие о системе относительных единиц. Приведение параметров схемы к основной ступени напряжения.	2
4	Трехфазное КЗ в электрической сети. Трехфазное КЗ в простейшей цепи, питаемой от шин неизменного напряжения. Наибольшее действующее значение полного тока. Эквивалентная постоянная времени. Трехфазное КЗ на зажимах генератора без АРВ	1
5	Практические методы расчета токов КЗ в сложной электрической системе для произвольного момента времени. Метод типовых кривых.	2
6	Метод симметричных составляющих. Составление схем замещения для прямой, обратной и нулевой последовательностей. Распределение и трансформация токов и напряжений различных последовательностей.	1,5
7	Однократная поперечная несимметрия. Однофазное, двухфазное и двухфазное на землю КЗ. Векторные диаграммы токов и напряжений при различных видах КЗ. Правило эквивалентности прямой последовательности. Практические методы расчета переходного процесса при однократной поперечной несимметрии.	2
8	Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ. Особенности расчета токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ. Расчет в именованных единицах. Учет дополнительных факторов при расчете токов КЗ (сопротивление дуги, повышение температуры проводников при КЗ и т.д.) Методы ограничения токов КЗ.	2
Итого за 9-й семестр		12

4.3 Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов
9-й семестр		
1	Система относительных единиц. Система именованных единиц. Основные формулы. Определение ЭДС и сопротивлений элементов расчетной схемы и приведение их к базисным условиям.	2
2	Общие принципы расчета токов КЗ. Порядок расчета трехфазного КЗ. Расчет ударного тока.	2
3	Определение тока трехфазного КЗ в цепях, подключенных к системе неизменного напряжения.	2
4	Практические методы расчета трехфазного КЗ. Расчет действующего значения тока КЗ в произвольный момент времени по типовым кривым.	2
5	Метод симметричных составляющих. Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей.	2
6	Расчет несимметричных токов КЗ: однофазного, двухфазного, двухфазного на землю.	2
7	Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ.	2
Итого за 9-й семестр		14

4.4. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Количество часов
9-й семестр		
1	Моделирование трехфазного короткого замыкания на стенде	2
2	Исследование замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.	2
	Итого за 9-й семестр	4

4.5 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Самостоятельное изучение материала	69
Подготовка к практическим занятиям	9
Подготовка к лабораторным занятиям	9
Выполнение курсовой работы	54
Итого	141

4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Количество часов
5-й семестр		
1	Введение. Основные сведения о переходных процессах. Основные понятия и определения. Виды коротких замыканий (КЗ). Последствия КЗ. Назначение и цели расчетов КЗ.	7
2	Синхронные машины.	10
3	Электромагнитный переходный процесс в синхронной машине	12
4	Составление схем замещения и расчет их параметров. Приведение параметров системы к одной ступени напряжения. Методы преобразования схем замещения	10
5	Система относительных единиц. Общие принципы расчета тока КЗ. Расчет тока КЗ при питании от энергосистемы	12
6	Трехфазное КЗ в электрической сети. Наибольшее действующее значение полного тока. Ударный ток. Установившийся режим КЗ	10
7	Практический метод расчета тока симметричного КЗ	12
8	Система обобщенных координат трехфазной сети	10
9	Параметры элементов системы для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей	11
10	Алгоритм расчета тока несимметричного короткого замыкания. Однократная поперечная несимметрия. Расчет однофазного тока КЗ	9

11	Однократная продольная несимметрия. Обрыв фазы.	9
12	Сложные виды несимметрии	9
13	Особенности расчета тока КЗ в сетях напряжением до 1 кВ	11
14	Ограничение токов КЗ	9
	Итого за 9-й семестр	141

4.6. Примерная тематика курсовой работы

В целях закрепления знаний, полученных за время аудиторных занятий, обучающимся предлагается выполнить курсовую работу «Расчет тока короткого замыкания в электрических системах». Курсовая работа предусматривается как форма отчётности по самостоятельной работе обучающихся.

Содержание курсовой работы

Курсовая работа состоит из двух разделов.

Раздел 1. РАСЧЕТ РЕЖИМА ТРЕХФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

В заданных вариантах точках короткого замыкания необходимо рассчитать действующие значения периодической и апериодической составляющих тока короткого замыкания для моментов времени 0, 0,2 с, ударный ток короткого замыкания.

Для проверки правильности расчета следует в заданных вариантах точках короткого замыкания рассчитать на ПЭВМ действующие значения периодической составляющей тока короткого замыкания для начального момента времени.

Раздел 2. РАСЧЕТ НЕСИММЕТРИЧНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

В точке короткого замыкания на стороне обмотки с более высоким напряжением рассчитать действующие значения периодической и апериодической составляющих тока однофазного короткого замыкания для моментов времени 0, 0,2 с, ударный ток короткого замыкания.

В той же точке рассчитать действующее значение периодической составляющей тока двухфазного короткого замыкания в начальный момент времени.

Проверить расчеты по п. 2.1; 2.2 на ПЭВМ.

Окончательные значения рассчитанных токов КЗ, их составляющих и все зависимости, представляемые в виде графиков, должны быть в именованных единицах.

Для выполнения расчетов и графиков рекомендуется использовать программу «*Mathcad*».

Для проверки расчета токов короткого замыкания на ПЭВМ рекомендуется использовать программу «*ENERGO*».

Варианты заданий и методические указания по выполнению курсовой работы представлены в учебно-методических разработках [1] и [2].

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методические разработки имеются на кафедре ЭСХ, в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Белов А. В. Расчёт токов короткого замыкания в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Белов, Ю. В. Коровин, Е. И. Пахомов; ЧГАУ. Ч. 1. Расчёт тока трёхфазного короткого замыкания - 108 с. - Челябинск: ЧГАУ, 2009 - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/13.pdf>.
2. Белов А. В. Расчёт токов короткого замыкания в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Белов, Ю. В.

Коровин, Е. И. Пахомов; ЧГАУ. Ч. 2. Расчёт токов несимметричных коротких замыканий - 104 с. - Челябинск: ЧГАУ, 2009 - Доступ из локальной сети:
<http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/14.pdf>.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Основная литература

1. Котова Е. Н. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс] / Е.Н. Котова; Т.Ю. Паниковская. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.- 217 с.
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275810>.
2. Пилипенко В. Т. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс] / В.Т. Пилипенко. Оренбург: ОГУ, 2014.- 124 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330565>.

Дополнительная литература

1. Коробов Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование [Электронный ресурс]: / Г.В. Коробов, В.В. Картавцев, Н.А. Черемисинова; под общ. ред. Г.В. Коробова. Москва: Лань", 2014.- 186 с.
Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44759.
2. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования [Текст]: учебное пособие / И. П. Крючков [и др.] ; под ред. И. П. Крючкова, В. А. Старшинова. М.: Академия, 2006.- 416 с.
3. Юндин М. А. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства [Электронный ресурс]: / М. А. Юндин, А. М. Королев. Москва: Лань, 2011.- 319, [1] с.
Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1810.
4. Юндин М. А. Токовая защита электроустановок [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М. А. Юндин. Москва: Лань, 2011.- 288 с.
Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1811.

Периодические издания:

1. «Промышленная энергетика»
2. «Новости ЭлектроТехники»
3. «АПК России».

8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Белов А. В. Расчёт токов короткого замыкания в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Белов, Ю. В. Коровин, Е. И. Пахомов; ЧГАУ. Ч. 1. Расчёт тока трёхфазного короткого замыкания - 108 с. - Челябинск: ЧГАУ, 2009 - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/13.pdf>.
2. Белов А. В. Расчёт токов короткого замыкания в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Белов, Ю. В. Коровин, Е. И. Пахомов; ЧГАУ. Ч. 2. Расчёт токов несимметричных коротких замыканий - 104 с. - Челябинск: ЧГАУ, 2009 - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/14.pdf>.

10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).

Программное обеспечение: Kompas, AutoCad, MathCad, *и так далее*.

В учебном процессе используются:

1. Интерактивная доска с прилагаемым компьютером для демонстрации учебных фильмов, иллюстраций, плакатов, презентаций и т.д.
2. Комплект электронных иллюстраций к курсу «Электромагнитные переходные процессы».
3. Учебные стенды.

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Перечень учебных лабораторий кафедры ЭАТП:

1. Ауд. 105э – Лаборатория релейной защиты

2. Ауд. 108э – Лаборатория инновационных технологий
3. Ауд. 115э – Лаборатория электрооборудования
4. Ауд. 109э – Компьютерный класс.

Лабораторные стенды:

1. Специализированный стенд для исследования конструкции подстанции 35/10 кВ (СКТП-35).
2. Стенд для исследования маломасляного высоковольтного выключателя.
3. Стенд для исследования высоковольтного вакуумного выключателя.
4. Стенд для исследования замыкания фазы на землю в сетях с изолированной нейтралью.
5. Стенд для исследования работы реле РТ40 и РТ80.
6. Стенд для исследования схем соединения трансформаторов тока.
7. Стенд для исследования работы автоматического включения резерва (АВР).
8. Стенд для исследования работы реле РТМ и РТВ.
9. Стенд для исследования работы плавких предохранителей.
10. Стенд для исследования работы автоматических воздушных выключателей.

12. Инновационные формы образовательные технологии

Вид Формы	Лекции	ЛЗ	ПЗ/СЗ
Компьютерные симуляции	-	+	-
Анализ конкретных ситуаций	+	-	+
Конференции	-	-	+

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине «**Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических
системах**»

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль – **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Форма обучения – **заочная**

Челябинск

2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП....	16
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций...	16
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	17
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	17
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	18
4.1.1. Устный ответ на практическом занятии.....	18
4.1.2. Отчет по лабораторной работе.....	19
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	19
4.2.1. Курсовая работа	19
4.2.2. Экзамен.....	21

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе

Контролируемые Результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-13 Способность участвовать в пусконаладочных работах	Обучающийся должен знать: устройство элементов электроустановок, операции и порядок проведения пусконаладочных работ. – (Б1.Б.21-3.1)	Обучающийся должен уметь: проводить пусконаладочные работы электрооборудования. – (Б1.Б.21-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками проведения пусконаладочных работ – (Б1.Б.21-Н.1)
ОПК-2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Обучающийся должен знать: основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения профессиональных задач (Б1.Б.07-3.2)	Обучающийся должен уметь: использовать основные физические законы и понятия для решения профессиональных задач (Б1.Б.07-У.2)	Обучающийся должен владеть: навыками применения соответствующего физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (Б1.Б.07-Н.2)

2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.Б.21-3.1	Обучающийся не знает устройство элементов электроустановок, операции и порядок проведения пусконаладочных работ	Обучающийся слабо знает устройство элементов электроустановок, операции и порядок проведения пусконаладочных работ	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает устройство элементов электроустановок, операции и порядок проведения пусконаладочных работ	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает устройство элементов электроустановок, операции и порядок проведения пусконаладочных работ
Б1.Б.21-У.1	Обучающийся не умеет проводить пусконаладочные работы электрооборудования	Обучающийся слабо умеет проводить пусконаладочные работы электрооборудования	Обучающийся с незначительными затруднениями умеет проводить пусконаладочные работы электрооборудования	Обучающийся умеет проводить пусконаладочные работы электрооборудования

Б1.Б.21-Н.1	Обучающийся не владеет навыками проведения пусконаладочных работ	Обучающийся слабо владеет навыками проведения пусконаладочных работ	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками проведения пусконаладочных работ	Обучающийся свободно владеет навыками проведения пусконаладочных работ
Б1.Б.07-3.2	Обучающийся не знает основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения профессиональных задач	Обучающийся слабо знает основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения профессиональных задач	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения профессиональных задач	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения профессиональных задач
Б1.Б.07-У.2	Обучающийся не умеет использовать основные физические законы и понятия для решения профессиональных задач	Обучающийся слабо умеет использовать основные физические законы и понятия для решения профессиональных задач	Обучающийся умеет использовать основные физические законы и понятия для решения профессиональных задач с незначительными затруднениями	Обучающийся умеет использовать основные физические законы и понятия для решения профессиональных задач
Б1.Б.07-Н.2	Обучающийся не владеет навыками применения соответствующего физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Обучающийся слабо владеет навыками применения соответствующего физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками применения соответствующего физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Обучающийся свободно владеет навыками применения соответствующего физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Учебно-методические разработки имеются на кафедре ЭАТП, в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Белов А. В. Расчёт токов короткого замыкания в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Белов, Ю. В. Коровин, Е. И. Пахомов; ЧГАУ. Ч. 1. Расчёт тока трёхфазного короткого замыкания - 108 с. - Челябинск: ЧГАУ, 2009 - Доступ из локальной сети:
<http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/13.pdf>.
2. Белов А. В. Расчёт токов короткого замыкания в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Белов, Ю. В. Коровин, Е. И. Пахомов; ЧГАУ. Ч. 2. Расчёт токов несимметричных коротких замыканий - 104 с. - Челябинск: ЧГАУ, 2009 - Доступ из локальной сети:
<http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/14.pdf>.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1. Оценочные средства при проведении текущего контроля успеваемости

4.1.1. Устный ответ на практическом занятии

Устный ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и/или темам дисциплины. Темы и планы занятий заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного ответа.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	- обучающийся полно усвоил учебный материал; - показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией; - проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов; - демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности; - показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами; - демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа; - в изложении материала допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и

	процессов, исправленные после наводящих вопросов; - выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- не раскрыто основное содержание учебного материала; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; - не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.

4.1.2. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание отчета и критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета. Отчет оценивается оценкой «зачтено», «не зачтено».

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	- изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение описывать физические законы, явления и процессы; - умение проводить и оценивать результаты измерений; - способность решать инженерные задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.

4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

4.2.1. Курсовая работа

Курсовая работа является продуктом, получаемым в результате самостоятельного планирования и выполнения учебных и исследовательских задач. Она позволяет оценить знания и умения студентов, примененные к комплексному решению конкретной производственной задачи, а также уровень сформированности аналитических навыков при работе с научной, специальной литературой, типовыми проектами, ГОСТ и другими источниками. Система курсовых работ направлена на подготовку обучающегося к выполнению выпускной квалификационной работы.

Задание на курсовую работу выдается на бланке за подписью руководителя. Выполнение курсовой работы определяется графиком его сдачи и защиты. Согласно «Положению о курсовом проектировании и выпускной квалификационной работе» общий объем текстовой

документации (в страницах) в зависимости от характера работы должен находиться в пределах от 25 до 35 страниц (без учета приложений), а общий объем обязательной графической документации (в листах формата А1) в пределах – 2.

К защите допускается обучающийся, в полном объеме выполнивший курсовую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Защита курсовой работы проводится в соответствии со сроками, указанными в задании, выданном руководителем. Дата, время, место защиты объявляются обучающимся руководителем курсовой работы и данная информация размещается на информационном стенде кафедры.

Защита обучающимися курсовых работ выполняется перед комиссией, созданной по распоряжению заведующего кафедрой и состоящей не менее, чем из двух человек из числа профессорско-преподавательского состава кафедры, одним из которых, как правило, является руководитель курсовой работы.

Перед началом защиты курсовых работ один из членов комиссии лично получает в деканате ведомость защиты курсовой работы, а после окончания защиты лично сдает ее обратно в деканат факультета.

Установление очередности защиты курсовых работ обучающимися производится комиссией. Перед началом защиты обучающийся должен разместить перед комиссией графические листы, представить пояснительную записку и назвать свою фамилию, имя, отчество, группу.

В процессе доклада обучающийся должен рассказать о цели и задачах курсовой работы, донести основное его содержание, показать результаты выполненных расчетов, графической части и сделать основные выводы. Продолжительность доклада должна составлять 5...7 минут.

После завершения доклада члены комиссии и присутствующие задают вопросы обучающемуся по теме курсовой работы. Общее время ответа должно составлять не более 10 минут.

Во время защиты обучающийся при необходимости может пользоваться с разрешения комиссии справочной, нормативной и другой литературой.

Если обучающийся отказался от защиты курсовой работы в связи с неподготовленностью, то в ведомость защиты курсовой работы ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, использование обучающимися мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время защиты курсовой работы запрещено. В случае нарушения этого требования комиссия обязана удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомость защиты курсового проекта (работы) оценку «неудовлетворительно».

Оценки объявляются в день защиты курсовых проектов/курсовых работ и выставляются в зачетные книжки в присутствии обучающихся. Результаты защиты также выставляются в ведомость защиты курсовой работы, на титульных листах пояснительной записки курсовых работ и подписываются членами комиссии. Пояснительная записка и графический материал сдаются комиссии.

Преподаватели несут персональную административную ответственность за своевременность и точность внесения записей в ведомость защиты курсовой работы и в зачетные книжки.

Обучающиеся имеют право на передачу неудовлетворительных результатов защиты курсовой работы.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут защищать курсовую работу в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на защиту курсовой работы в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Шкала и критерии оценивания защиты курсовой работы представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы комиссии, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы.
Оценка «хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу. Большинство выводов и предложений аргументировано. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах, схемах и т.д. При защите работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов комиссии, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах обучающийся исправляет ошибки в ответе.
Оценка «удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Пояснительная записка содержит теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные положения. При защите работы обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие, аргументированные ответы на заданные вопросы.
Оценка «неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. При защите обучающийся демонстрирует слабое понимание представленного материала, затрудняется с ответами на поставленные вопросы, допускает существенные ошибки.

4.2.2. Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более пятнадцати на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена студент выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (ЮУрГАУ-П-02-66/02-16 от 26.10.2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	- обучающийся полно усвоил учебный материал; - показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией; - проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов; - демонстрирует умение излагать материал в определенной логической последовательности; - показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами; - демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в усвоении учебного материала допущены пробелы, не исказившие содержание ответа; - в изложении материала допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов; - выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; - не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.

Вопросы к экзамену

9 семестр

1. Основные понятия об электрической системе. Виды режимов работы системы. Какие переходные процессы называются электромагнитными и какие – электромеханическими.
2. Короткое замыкание. Виды коротких замыканий. Последствия коротких замыканий. Назначение расчетов токов коротких замыканий.
3. Обобщенный вектор трехфазной системы.
4. Векторная диаграмма явнополюсной синхронной машины.
5. Векторная диаграмма неявнополюсной синхронной машины.
6. Переходные ЭДС и индуктивные сопротивления синхронной машины. Схема замещения синхронной машины.
7. Сверхпереходная ЭДС и сверхпереходное индуктивное сопротивление синхронной машины. Векторная диаграмма явнополюсного синхронного генератора с демпферными обмотками.
8. Системы возбуждения и автоматического регулирования тока возбуждения синхронной машины.
9. Схемы замещения и расчет сопротивлений двухобмоточных и трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов.
10. Схемы замещения и расчет сопротивлений линии электропередачи.
11. Основные допущения, принимаемые при расчетах токов короткого замыкания.
12. Система относительных единиц. Основные соотношения.
13. Приведение параметров схемы к основной ступени напряжения. Шкала средних номинальных напряжений.
14. Преобразование схем замещения. Основные выражения, применяемые для преобразования.
15. Общее представление о характере тока короткого замыкания. Действующее значение периодической составляющей тока КЗ.
16. Аperiodическая составляющая тока КЗ. Постоянная времени аperiodической составляющей тока КЗ. Ударный ток.
17. Порядок расчета тока трехфазного КЗ.
18. Выражения для определения ЭДС и сопротивления элементов расчетной схемы (генераторов, трансформаторов, ЛЭП и т.д.) и приведения их к базисным условиям.
19. Расчет начального действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания.
20. Расчет распределения тока трехфазного КЗ по характерным ветвям схемы (показать на примере).
21. Расчет аperiodической составляющей тока трехфазного КЗ в произвольный момент времени. Расчет ударного тока.
22. Расчет действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания в произвольный момент времени. Метод типовых кривых.
23. Метод симметричных составляющих. Поворотный множитель. Применение поворотного множителя.
24. Однофазное короткое замыкание. Основные соотношения. Векторная диаграмма.
25. Двухфазное короткое замыкание. Основные соотношения. Векторная диаграмма.
26. Двухфазное короткое замыкание на землю. Основные соотношения. Векторная диаграмма.
27. Правило эквивалентности прямой последовательности. Выражения для дополнительного сопротивления и коэффициента взаимосвязи при различных видах КЗ.

28. Параметры элементов электрической схемы для схем замещения нулевой последовательности.
29. Схема замещения прямой последовательности. Её отличие от схемы замещения для расчета трехфазного КЗ.
30. Схема замещения обратной последовательности. Её отличие от схемы замещения прямой последовательности.
31. Схема замещения нулевой последовательности. Её отличие от схемы замещения прямой последовательности.
32. Построение схемы замещения нулевой последовательности двухобмоточного трансформатора в зависимости от схем соединения его обмоток. Мнемоническая схема для двухобмоточного трансформатора.
33. Построение схемы замещения нулевой последовательности трехобмоточного трансформатора в зависимости от схем соединения его обмоток. Мнемоническая схема для трехобмоточного трансформатора.
34. Порядок расчета токов несимметричных коротких замыканий.
35. Распределение токов по характерным ветвям при однофазном КЗ.
36. Особенности расчета тока короткого замыкания в сетях напряжением до 1000 В.
37. Понятие о системах единиц – именованные и относительные.
38. Параметры воздушных и кабельных линий для токов различных последовательностей.
39. Правила построения схем нулевой последовательности.
40. Автотрансформаторы и трехобмоточные трансформаторы в схеме нулевой последовательности.
41. Влияние конструкции магнитопровода двухобмоточных трансформаторов на схемы нулевой последовательности.
42. Влияние групп соединения двухобмоточных трансформаторов на схемы нулевой последовательности.
43. Правило эквивалентности прямой последовательности. Типовые формулы расчета токов КЗ для различных видов КЗ.
44. Обобщенная нагрузка при несимметричных КЗ.
45. Однофазное замыкание на землю в сетях с изолированной нейтралью. Принцип действия дугогасящих катушек.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]