


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шатин Иван Андреевич  
Должность: Директор Института агроинженерии  
Дата подписания: 10.04.2023  
Уникальный программный ключ:  
da057a02db1732af538cbcd578a21e0119458781

**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  
Директор института агроинженерии  
 И.А. Шатин  
«25» апреля 2023 г.

Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.11 ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Направленность **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения – **очная, заочная**

Челябинск  
2023

Рабочая программа дисциплины «Переходные процессы в электрических сетях» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 144. Программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность 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.

Составители: кандидат технических наук, доцент Белов А. В.  
кандидат технических наук, доцент Ильин Ю.П.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»  
« 6 » апреля 2023 г. (протокол № 6 )

Зав. кафедрой «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»,  
доктор технических наук, доцент

В. М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией Института агроинженерии

« 21 » апреля 2023 г. (протокол № 5 )

Председатель методической  
комиссии Института агроинженерии  
ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ,  
кандидат технических наук, доцент

Е.А. Лещенко

Директор Научной библиотеки



И. В. Шатрова

## Содержание

1 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП.....	4
1.1 Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2 Компетенции и индикаторы их достижений .....	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.....	5
4. Структура и содержание программы, включающее практическую подготовку .....	8
4.1. Содержание дисциплины.....	9
4.2 Содержание лекций.....	10
4.3 Содержание практических занятий .....	11
4.4 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся .....	13
4.5 Примерная тематика курсовой работы .....	14
4.6 Примерная тематика контрольной работы .....	15
5 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	15
6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	16
7 Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины	16
8 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины.....	18
9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	18
10 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	19
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	19
<b>ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....</b>	<b>20</b>
<b>ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ .....</b>	<b>43</b>

# 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 решению задач профессиональной деятельности следующих типов: технологической, эксплуатационной и проектной.

**Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся систему знаний о переходных процессах в электрических системах, функционировании технологического оборудования и оценки последствий аварийного функционирования технологического оборудования.

### **Задачи дисциплины:**

- формирование знаний, умений и навыков расчета токов короткого замыкания, оценки устойчивости электрической системы в различных режимах функционирования;
- формирование знаний, умений и навыков расчета показателей функционирования технологического оборудования, входящего в электрическую часть станций и подстанций;
- формирование знаний, умений и навыков ведения режимов работы технологического оборудования, с учетом взаимного влияния электрооборудования.

## 1.2 Компетенции и индикаторы их достижений

ПК-4. Способен осуществлять расчет показателей функционирования технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности.

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Формируемые ЗУН	
ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования	знания	Обучающийся должен знать: основные типы коротких замыканий и их последствия, а также основы расчетов токов короткого замыкания в электрических сетях (Б1.В.11-3.1)
	умения	Обучающийся должен уметь: расчет токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока. (Б1.В.11-У.1)
	навыки	Обучающийся должен владеть: навыками расчетов токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока. (Б1.В.11-Н.1)

ПК-5. Способен осуществлять ведение режимов работы технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Формируемые ЗУН	
ИД-6.ПК-5 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования	знания	Обучающийся должен знать: причины и проявления взаимного влияния электрооборудования (Б1.В.11-3.2)
	умения	Обучающийся должен уметь: учитывать взаимное влияние электрооборудования (Б1.В.11-У.2)
	навыки	Обучающийся должен владеть: навыками учета взаимного влияния электрооборудования (Б1.В.11-Н.2)

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Переходные процессы в электрических сетях» относится к части Блока I (Б1.В.11) формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность – Электроснабжение.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 7 зачетных единиц (ЗЕТ), 252 академических часа.  
Дисциплина изучается:

- очная форма обучения – в 6 и 7 семестрах
- заочная форма обучения – на 3 курсе и 4-м курсе.

### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов	
	по очной форме обучения	по заочной форме обучения
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>128</b>	<b>40</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	64	20
Практические / семинарские занятия (ПЗ / СЗ)	64	20
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>97</b>	<b>195</b>
<b>Контроль</b>	<b>27</b>	<b>17</b>
<b>Итого</b>	<b>252</b>	<b>252</b>

### 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего час.	В том числе				
			Контактная работа			СРС	Контроль
			Лекции	ПР	ЛР		
<b>I раздел – Электромагнитные переходные процессы (6 семестр)</b>							
1	Общие сведения о переходных процессах. Вклад российских ученых в теорию переходных процессов. Виды коротких замыканий. Составляющие тока короткого замыкания	13	4	4	0	5	х
2	Составление схем замещения электрической цепи. Основные допущения при расчете токов КЗ.	13	4	4	0	5	х
3	Расчет параметров схемы замещения электрической цепи. Преобразование схем замещения.	13	4	4	0	5	х
4	Расчет трехфазного КЗ в электрической сети	13	4	4	0	5	х
5	Несимметричные токи короткого замыкания. Метод симметричных составляющих.	14	4	4	0	6	х
6	Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей	14	4	4	0	6	х
7	Расчет несимметричных токов короткого замыкания	14	4	4	0	6	х
8	Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ	14	4	4	0	6	х
<b>Итого за 6 семестр</b>		<b>108</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>44</b>	
<b>II раздел – Электромеханические переходные процессы (7 семестр)</b>							
1	Понятие об устойчивости электрической системы	14	4	4	0	6	х
2	Модель простейшей электрической системы. Угловая характеристика системы.	14	4	4	0	6	х
3	Внешняя характеристика генератора с АРВ. Статическая устойчивость системы.	14	4	4	0	6	х
4	Характеристика мощности при сложной связи генератора с системой	15	4	4	0	7	х
5	Влияние параметров электрической системы на	15	4	4	0	7	х

	её устойчивость.						
6	Динамическая характеристика электрической системы. Правило площадей.	15	4	4	0	7	x
7	Динамическая устойчивость при коротком замыкании на линии.	15	4	4	0	7	x
8	Метод последовательных интервалов. Способы повышения устойчивости системы.	15	4	4	0	7	x
	Контроль	27	0	0	0	0	27
	<b>Итого за 7 семестр</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>53</b>	<b>27</b>
	<b>Всего</b>	<b>252</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>97</b>	<b>27</b>

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего час.	В том числе				
			Контактная работа			СРС	Контроль
			Лекции	ПР	ЛР		
<b>I раздел – Электромагнитные переходные процессы (6 семестр)</b>							
1	Общие сведения о переходных процессах. Вклад российских ученых в теорию переходных процессов. Виды коротких замыканий. Составляющие тока короткого замыкания	12	1	1	0	10	x
2	Составление схем замещения электрической цепи. Основные допущения при расчете токов КЗ.	12	1	1	0	10	x
3	Расчет параметров схемы замещения электрической цепи. Преобразование схем замещения.	13	1	1	0	11	x
4	Расчет трехфазного КЗ в электрической сети	13	1	1	0	11	x
5	Несимметричные токи короткого замыкания. Метод симметричных составляющих.	13	1	1	0	11	x
6	Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой	13	1	1	0	11	x

	последовательностей						
7	Расчет несимметричных токов короткого замыкания	14	2	1	0	11	x
8	Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ	14	2	1	0	11	x
	Контроль	4	0	0	0	0	4
	<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>108</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>86</b>	<b>4</b>
<b>II раздел – Электромеханические переходные процессы (7 семестр)</b>							
1	Понятие об устойчивости электрической системы	19	1	1	0	17	x
2	Модель простейшей электрической системы. Угловая характеристика системы.	19	1	1	0	17	x
3	Внешняя характеристика генератора с АРВ. Статическая устойчивость системы.	20	1	2	0	17	x
4	Характеристика мощности при сложной связи генератора с системой	21	2	2	0	17	x
5	Влияние параметров электрической системы на её устойчивость.	20	1	2	0	17	x
	Контроль	9	0	0	0	0	9
	<b>Итого за 7 семестр</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>85</b>	<b>9</b>
<b>II раздел (продолжение) – Электромеханические переходные процессы (8 семестр)</b>							
6	Динамическая характеристика электрической системы. Правило площадей.	10	1	1	0	8	x
7	Динамическая устойчивость при коротком замыкании на линии.	12	2	2	0	8	x
8	Метод последовательных интервалов. Способы повышения устойчивости системы.	10	1	1	0	8	x
	Контроль	4	0	0	0	0	4
	<b>Итого за 8 семестр</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>24</b>	<b>4</b>
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>252</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>195</b>	<b>17</b>

#### 4. Структура и содержание программы, включающее практическую подготовку

Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности,



предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.1. Содержание дисциплины

##### I раздел – Электромагнитные переходные процессы

**Общие сведения о переходных процессах.** Вклад российских ученых в теорию переходных процессов. Виды коротких замыканий. Составляющие тока короткого замыкания. Виды коротких замыканий. Составляющие тока короткого замыкания (КЗ), периодическая и аperiodическая составляющие. Ударный ток.

**Составление схем замещения электрической цепи.** Основные допущения при расчете токов короткого замыкания.

**Расчет параметров схемы замещения электрической цепи.** Система относительных единиц. Определение параметров схем замещения. Преобразование схем замещения.

**Расчет трехфазного КЗ в электрической сети.** Расчет начального значения периодической составляющей тока КЗ. Расчет ударного тока.

**Несимметричные токи короткого замыкания.** Однофазное КЗ, двухфазное КЗ, двухфазное на землю КЗ. Метод симметричных составляющих.

**Составление схем замещения для расчета несимметричных токов КЗ.** Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей.

**Расчет несимметричных токов короткого замыкания.** Расчет однофазного КЗ, двухфазного КЗ, двухфазного на землю КЗ.

**Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ.** Система именованных единиц. Особенности учета активных сопротивлений сети.

##### II раздел – Электромеханические переходные процессы

**Понятие об устойчивости электрической системы.** Статическая и динамическая устойчивость электрической системы.

**Модель простейшей электрической системы.** Угловая характеристика системы. Понятие о коэффициенте статической устойчивости системы.

**Внешняя характеристика генератора с АРВ (автоматическим регулятором возбуждения).** Статическая устойчивость системы с АРВ.

**Характеристика мощности при сложной связи генератора с системой.** Представление электрической системы в виде пассивного четырехполюсника. Определение параметров четырехполюсника.

**Влияние параметров электрической системы на её устойчивость.** Влияние учета активного сопротивления ЛЭП (линии электропередачи). Влияние учета емкости ЛЭП. Построение сравнительных угловых характеристик.

**Динамическая устойчивость электрической системы.** Правило площадей, условие динамической устойчивости системы.

**Динамическая устойчивость при коротком замыкании на линии.** Понятие о коэффициенте динамической устойчивости системы. Предельное время отключения поврежденного участка линии.

**Метод последовательных интервалов.** Способы повышения устойчивости системы.

## 4.2 Содержание лекций

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование лекций	Количество часов	Практическая подготовка
<b>I раздел – Электромагнитные переходные процессы (6 семестр)</b>			
1	Общие сведения о переходных процессах. Вклад российских ученых в теорию переходных процессов. Виды коротких замыканий. Составляющие тока короткого замыкания	4	+
2	Составление схем замещения электрической цепи. Основные допущения при расчете токов КЗ.	4	+
3	Расчет параметров схемы замещения электрической цепи. Преобразование схем замещения.	4	+
4	Расчет трехфазного КЗ в электрической сети	4	+
5	Несимметричные токи короткого замыкания. Метод симметричных составляющих.	4	+
6	Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей	4	+
7	Расчет несимметричных токов короткого замыкания	4	+
8	Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ	4	+
<b>Итого за 6 семестр</b>		<b>32</b>	
<b>II раздел – Электромеханические переходные процессы (7 семестр)</b>			
1	Понятие об устойчивости электрической системы	4	+
2	Модель простейшей электрической системы. Угловая характеристика системы.	4	+
3	Внешняя характеристика генератора с АРВ. Статическая устойчивость системы с АРВ.	4	+
4	Характеристика мощности при сложной связи генератора с системой	4	+
5	Влияние параметров электрической системы на её устойчивость.	4	+
6	Динамическая устойчивость электрической системы. Правило площадей.	4	+
7	Динамическая устойчивость при коротком замыкании на линии.	4	+
8	Метод последовательных интервалов. Способы повышения устойчивости системы.	4	+
<b>Итого за 7 семестр</b>		<b>32</b>	
<b>Всего</b>		<b>64</b>	<b>30%</b>

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование лекций	Количество часов	Практическая подготовка
-------	---------------------	------------------	-------------------------

<b>I раздел – Электромагнитные переходные процессы (6 семестр)</b>			
1	Общие сведения о переходных процессах. Вклад российских ученых в теорию переходных процессов. Виды коротких замыканий. Составляющие тока короткого замыкания	1	+
2	Составление схем замещения электрической цепи. Основные допущения при расчете токов КЗ.	1	+
3	Расчет параметров схемы замещения электрической цепи. Преобразование схем замещения.	1	+
4	Расчет трехфазного КЗ в электрической сети	1	+
5	Несимметричные токи короткого замыкания. Метод симметричных составляющих.	1	+
6	Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей	1	+
7	Расчет несимметричных токов короткого замыкания	2	+
8	Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ	2	+
<b>Итого по I разделу (6 семестр)</b>		<b>10</b>	
<b>II раздел – Электромеханические переходные процессы (7 семестр)</b>			
1	Понятие об устойчивости электрической системы	1	+
2	Модель простейшей электрической системы. Угловая характеристика системы.	1	+
3	Внешняя характеристика генератора с АРВ. Статическая устойчивость системы с АРВ.	1	+
4	Характеристика мощности при сложной связи генератора с системой	2	+
5	Влияние параметров электрической системы на её устойчивость.	1	+
<b>Итого по II разделу (7 семестр)</b>		<b>6</b>	
<b>II раздел (продолжение) – Электромеханические переходные процессы (8 семестр)</b>			
6	Динамическая устойчивость электрической системы. Правило площадей.	1	+
7	Динамическая устойчивость при коротком замыкании на линии.	2	+
8	Метод последовательных интервалов. Способы повышения устойчивости системы.	1	+
<b>Итого по II разделу (продолжение) (8 семестр)</b>		<b>4</b>	
<b>Всего</b>		<b>20</b>	<b>30%</b>

### 4.3 Содержание практических занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов	Практическая подготовка
<b>I раздел – Электромагнитные переходные процессы (6 семестр)</b>			

1	Система относительных единиц. Система именованных единиц. Основные формулы. Определение ЭДС и сопротивлений элементов расчетной схемы и приведение их к базисным условиям.	8	+
2	Общие принципы расчета токов КЗ. Порядок расчета трехфазного КЗ. Расчет ударного тока. Определение тока трехфазного КЗ в цепях, подключенных к системе неизменного напряжения.	8	+
3	Метод симметричных составляющих. Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчет токов однофазного КЗ, двухфазного, двухфазного на землю.	8	+
4	Система именованных единиц. Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ.	8	+
<b>Итого за 6 семестр</b>		<b>32</b>	
<b>II раздел – Электромеханические переходные процессы (7 семестр)</b>			
1	Расчет характеристики мощности и построение угловой характеристики синхронного генератора без АРВ с использованием компьютерной программы Mathcad	8	+
2	Расчет характеристики мощности и построение угловой характеристики синхронного генератора с АРВ ПД и с АРВ СД с использованием компьютерной программы Mathcad	8	+
3	Расчет ЭДС генератора и построение векторной диаграммы простейшей электрической системы. Расчет статической устойчивости системы.	8	+
4	Исследование переходного процесса при трехфазном КЗ в начале одной цепи двухцепной ЛЭП. Расчет коэффициента запаса динамической устойчивости системы.	8	+
<b>Итого за 7 семестр</b>		<b>32</b>	
<b>Всего</b>		<b>64</b>	<b>50%</b>

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов	Практическая подготовка
<b>I раздел – Электромагнитные переходные процессы (6 семестр)</b>			
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. Определение тока трехфазного КЗ в цепях, подключенных к системе неизменного напряжения.	2	+
3	Метод симметричных составляющих. Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчет токов однофазного КЗ, двухфазного, двухфазного на землю.	2	+

4	Система именованных единиц. Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ.	2	+
<b>Итого за 6 семестр</b>		<b>8</b>	
<b>II раздел – Электромеханические переходные процессы (7 семестр)</b>			
1	Расчет характеристики мощности и построение угловой характеристики синхронного генератора без АРВ с использованием компьютерной программы Mathcad	2	+
2	Расчет характеристики мощности и построение угловой характеристики синхронного генератора с АРВ ПД и с АРВ СД с использованием компьютерной программы Mathcad	4	+
3	Расчет ЭДС генератора и построение векторной диаграммы простейшей электрической системы. Расчет статической устойчивости системы.	2	+
<b>Итого за 7 семестр</b>		<b>8</b>	
<b>II раздел (продолжение) – Электромеханические переходные процессы (8 семестр)</b>			
4	Исследование переходного процесса при трехфазном КЗ в начале одной цепи двухцепной ЛЭП. Расчет коэффициента запаса динамической устойчивости системы.	4	+
<b>Итого за 8 семестр</b>		<b>4</b>	
<b>Всего</b>		<b>20</b>	<b>50%</b>

#### 4.4 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.4.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов	
	по очной форме обучения	по заочной форме обучения
Самостоятельное изучение материала	37	100
Подготовка к практическим занятиям	16	16
Выполнение курсовой работы	35	35
Выполнение контрольной работы	0	35
Подготовка к промежуточной аттестации	9	9
<b>Итого:</b>	<b>97</b>	<b>195</b>

##### 4.4.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Количество часов	
		по очной форме обучения	по заочной форме обучения
1	Виды коротких замыканий. Составляющие тока короткого замыкания	6	12
2	Составление схем замещения электрической цепи.	6	12

	Основные допущения при расчете токов КЗ.		
3	Расчет параметров схемы замещения электрической цепи. Преобразование схем замещения.	6	12
4	Расчет трехфазного КЗ в электрической сети	6	12
5	Несимметричные токи короткого замыкания. Метод симметричных составляющих.	6	12
6	Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей	6	12
7	Расчет несимметричных токов короткого замыкания	6	12
8	Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ	6	12
9	Понятие об устойчивости электрической системы	6	12
10	Модель простейшей электрической системы. Угловая характеристика системы.	6	12
11	Внешняя характеристика генератора с АРВ. Статическая устойчивость системы с АРВ.	6	12
12	Характеристика мощности при сложной связи генератора с системой	6	12
13	Влияние параметров электрической системы на её устойчивость.	6	12
14	Динамическая УСТОЙЧИВОСТЬ электрической системы. Правило площадей.	6	13
15	Динамическая устойчивость при коротком замыкании на линии.	6	13
16	Метод последовательных интервалов. Способы повышения устойчивости системы.	7	13
	<b>Итого</b>	<b>97</b>	<b>195</b>

#### 4.5 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, раздел 5 литература [1], [2] и [3]

#### **4.6 Примерная тематика контрольной работы**

В целях закрепления знаний, полученных за время аудиторных занятий и самостоятельно, обучающимся предлагается выполнить контрольную работу «Расчет устойчивости электрической системы». Контрольная работа предусматривается как форма отчётности по самостоятельной работе обучающихся.

Содержание контрольной работы.

1. Для электрической системы, определить идеальные пределы мощности и коэффициенты запаса статической устойчивости при передаче мощности от генераторов Г1 к точке потокоузла, приняв напряжение  $U_0$  в ней неизменным, при следующих условиях.

1.1. АРВ отключен;

1.2. Включен АРВ ПД;

1.3. Включен АРВ СД.

1.4. Построить угловые характеристики активной мощности генераторов Г1 для нормального режима работы при условии: включен АРВ ПД, учитывается активное сопротивление линии электропередачи, но не учитывается ее зарядная мощность.

1.5. То же, что и по п. 1.4, при условии: включен АРВ ПД, учитывается зарядная мощность линии электропередачи, но не учитывается её активное сопротивление.

1.6. То же, что и по п. 1.4, при условии: включен АРВ ПД, учитывается зарядная мощность и активное сопротивление ЛЭП.

Сделать выводы о допустимости оценки статической устойчивости рассматриваемой электрической системы без учёта активных сопротивлений и зарядной мощности ЛЭП.

2. Выполнить расчёт динамической устойчивости электрической системы при трёхфазном и двухфазном на землю коротких замыканиях в начале одной из цепей ЛЭП (определить предельные углы и времена отключения коротких замыканий) при постоянстве переходных ЭДС генераторов Г1 и Г2. Активными сопротивлениями элементов электрической системы и зарядной мощностью ЛЭП пренебречь.

Варианты заданий и методические указания по выполнению курсовой работы представлены в учебно-методических разработках [3].

#### **5 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

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

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине "Переходные процессы в электрических сетях" [Электронный ресурс]: направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль "Электроснабжение". Форма обучения - очная, заочная / сост. А. В. Белов, Ю. П. Ильин; Южно-Уральский

ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 - 71 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/47.pdf>.

2. Расчет тока трехфазного короткого замыкания в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Переходные процессы в электрических сетях» [для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная]. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов и др. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 105 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/83.pdf>.

3. Расчет токов несимметричных коротких замыканий в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Переходные процессы в электрических сетях» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов и др. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 103 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/84.pdf>.

4. Расчет устойчивости электрических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Переходные процессы в электрических сетях» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов, Ю. В. Коровин - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 169 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/85.pdf>.

## **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

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.

## **7 Основная и дополнительная учебная 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. Белов А. В. Переходные процессы в электроэнергетических системах. Расчет устойчивости электрических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Белов, Ю. В. Коровин; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2012 - 214 с. - Доступ из локальной сети:



<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/15.pdf>. - Доступ из сети Интернет:  
<http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/esh/15.pdf>.

2. Долгов А. П. Переходные электромеханические процессы электрических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.П. Долгов; Новосибирский государственный технический университет - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019 - 236 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574679>.

3. Переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс]: сборник задач / Д.В. Армеев, Е.П. Гусев, А.П. Долгов, В.М. Зырянов, В.М. Левин; отв. за вып. В. М. Левин; Новосибирский государственный технический университет - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014 - 331 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436254>.

5. Пилипенко В. Т. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс] / В.Т. Пилипенко - Оренбург: ОГУ, 2014 - 124 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330565>.

6. Юндин, М. А. Токовая защита электроустановок : учебное пособие / М. А. Юндин. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1158-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210668>.

### **Дополнительная литература**

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://nb.sursau.ru: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://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/14.pdf>.

3. Переходные процессы в электроэнергетических системах [Текст]: учебник для вузов / И. П. Крючков [и др.]; под ред. И. П. Крюčkова - М.: МЭИ, 2009 - 416 с.

### **Периодические издания:**

1. АПК России: научный журнал / Южно-Уральский государственный аграрный университет - Челябинск: ЮУрГАУ, - <https://rusapk.sursau.ru/ru/about/>.

2. Промышленная энергетика: ежемесячный производственно-технический журнал - Москва: НТФ "Энергопрогресс", - <http://www.promen.energy-journals.ru>.

## **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 на кафедре ЭАТП, в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине "Переходные процессы в электрических сетях" [Электронный ресурс]: направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль "Электроснабжение". Форма обучения - очная, заочная / сост. А. В. Белов, Ю. П. Ильин; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 - 71 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/47.pdf>.

2. Расчет тока трехфазного короткого замыкания в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Переходные процессы в электрических сетях» [для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная]. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов и др. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 105 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/83.pdf>.

3. Расчет токов несимметричных коротких замыканий в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Переходные процессы в электрических сетях» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов и др. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 103 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/84.pdf>.

4. Расчет устойчивости электрических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Переходные процессы в электрических сетях» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов, Ю. В. Коровин - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 169 с. -

Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/85.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:

- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).
- My TestX Pro11.

Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа:

ОС спец. назнач. «Astra Linux Special Edition» с офисной программой LibreOffice (ЮУрГАУ), MyTestXPro 11.0, nanoCAD Электро версия 10.0, PTC MathCAD Education - University Edition, Мой Офис Стандартный, Windows 10 HomeSingle Language1.0.63.71, КОМПАС 3Dv16, КОМПАС 3Dv17, КОМПАС 3Dv18, Microsoft Win Starter 7 Russian Academic Open 1 License No Level Legalization Get Genuine, Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License NoLevel, Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, GoogleChrome, MozillaFirefox, Opera, Яндекс.Браузер (YandexBrowser), MOODLE.

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

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Помещение для самостоятельной работы 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, проспект Ленина, 75, главный корпус, аудитория №303.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Красная, 38, учебный корпус, аудитории № 108э.

### **Перечень оборудования и технических средств обучения**

Ауд. 303 НОУТБУК HP 615 (VC289EA) RM76/2G/320/DVDR W/HD3200/DOS/15.6; ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР В КОМПЛЕКТЕ: системный блок Pentium E 5400 2.7GHZ, жесткий диск 250 Gb, монитор 19" LCD, клавиатура, мышь – 30 шт.; ПРИНТЕР CANON LBP-1120 лазерный; Экран с электроприводом; ПРИНТЕР CANON LBP-1120 лазерный; ИК ПУЛЬТ ДУ ДЛЯ ЭКРАНА С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ; КОЛОНКИ 5+1 SVEN ИЮ.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Компетенции их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины	18
2	Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения сформированности компетенций	18
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 дисциплины	19
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций	20
4.1	Оценочные средства при проведении текущего контроля успеваемости в процессе практической подготовки	20
4.1.1	Ответ на практическом занятии	20
4.1.2	Тестирование	21
4.1.3	Контрольная работа	24
4.2	Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	25
4.2.1	Курсовая работа	25
4.2.2	Зачет с оценкой	26
4.2.3	Экзамен	30

## 1 Компетенции их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

ПК-4. Способен осуществлять расчет показателей функционирования технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые ЗУН			Наименование оценочных средств	
	знания	умения	навыки	Текущая аттестация	Промежуточная аттестация
ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования	Обучающийся должен знать: основные типы коротких замыканий и их последствия, а также основы расчетов токов короткого замыкания в электрических сетях (Б1.В.11-3.1)	Обучающийся должен уметь: производить расчет токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока. (Б1.В.11-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками расчета токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока. (Б1.В.11-Н.1)	1. Ответ на практическом занятии 2. Проверка контрольной работы	1. Защита курсовой работы. 2. Зачет с оценкой

ПК-5. Способен осуществлять ведение режимов работы технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые ЗУН			Наименование оценочных средств	
	знания	умения	навыки	Текущая аттестация	Промежуточная аттестация
ИД-6.ПК-5 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования	Обучающийся должен знать: причины и проявления взаимного влияния электрооборудования (Б1.В.11-3.2)	Обучающийся должен уметь: учитывать взаимное влияние электрооборудования (Б1.В.11-У.2)	Обучающийся должен владеть: навыками учета взаимного влияния электрооборудования (Б1.В.11-Н.2)	1. Ответ на практическом занятии 2. Проверка контрольной работы	1. Защита контрольной работы. 2. Экзамен.

## 2 Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

ИД-3.ПК-4

Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования

Показатели оценивания (формируемые ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.11-3.1	Обучающийся не знает основные типы коротких замыканий и их последствия, а также основы расчетов токов короткого замыкания в электрических сетях	Обучающийся слабо знает основные типы коротких замыканий и их последствия, а также основы расчетов токов короткого замыкания в электрических сетях	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные типы коротких замыканий и их последствия, а также основы расчетов токов короткого замыкания в электрических сетях	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные типы коротких замыканий и их последствия, а также основы расчетов токов короткого замыкания в электрических сетях
Б1.В.11-У.1	Обучающийся не умеет производить расчет токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока	Обучающийся слабо умеет производить расчет токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока	Обучающийся умеет с незначительными ошибками производить расчет токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока	Обучающийся умеет производить расчет токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока
Б1.В.11-Н.1	Обучающийся не владеет навыками расчета токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока.	Обучающийся слабо владеет навыками расчета токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока.	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками расчета токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока.	Обучающийся свободно владеет навыками расчета токов короткого замыкания в электрических сетях, а также ударного тока.

## ИД-6.ПК-5

Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования

Показатели оценивания (формируемые ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.11-3.2	Обучающийся не знает причины и проявления взаимного влияния электрооборудования	Обучающийся слабо знает причины и проявления взаимного влияния электрооборудования	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает причины и проявления взаимного влияния электрооборудования	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает причины и проявления взаимного влияния электрооборудования
Б1.В.11-У.2	Обучающийся не умеет учитывать взаимное влияние электрооборудования	Обучающийся слабо умеет учитывать взаимное влияние электрооборудования	Обучающийся умеет с незначительными ошибками учитывать взаимное влияние электрооборудования	Обучающийся умеет учитывать взаимное влияние электрооборудования
Б1.В.11-Н.2	Обучающийся не владеет навыками учета взаимного влияния электрооборудования	Обучающийся слабо владеет навыками учета взаимного влияния электрооборудования	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками учета взаимного влияния электрооборудования	Обучающийся свободно владеет навыками учета взаимного влияния электрооборудования

**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. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине "Переходные процессы в электрических сетях" [Электронный ресурс]: направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль "Электроснабжение". Форма обучения - очная, заочная / сост. А. В. Белов, Ю. П. Ильин; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 - 71 с. - Доступ



из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/47.pdf>.

2. Расчет тока трехфазного короткого замыкания в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Переходные процессы в электрических сетях» [для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная]. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов и др. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 105 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/83.pdf>.

3. Расчет токов несимметричных коротких замыканий в электрических системах напряжением выше 1000 В [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Переходные процессы в электрических сетях» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов и др. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 103 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/84.pdf>.

4. Расчет устойчивости электрических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Переходные процессы в электрических сетях» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов, Ю. В. Коровин - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 169 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/85.pdf>.

#### **4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности, по дисциплине «Переходные процессы в электрических сетях», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

##### **4.1 Оценочные средства при проведении текущего контроля успеваемости в процессе практической подготовки**

###### **4.1.1 Опрос на практическом занятии**

Ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий (см. методразработки п. 3) заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	
1	1. Что такое короткое замыкание (КЗ)? Виды КЗ? 2. Последствия действия короткого замыкания? 3. Способы уменьшения тока короткого замыкания?	ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования
2	1. Как влияет установка дугогасящей катушки на емкостной ток замыкания на землю в сетях 10 кВ? 2. Роль реактора в электрических сетях? 3. С какой целью применяют расщепление обмоток трансформатора?	ИД-6.ПК-5 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования

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

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: <ul style="list-style-type: none"> <li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;</li> <li>- в решении задач допущены незначительные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>
Оценка 2	- не раскрыто основное содержание учебного материала;

(неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>
-----------------------	---

#### 4.1.2 Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов.

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	
1	<p>1. Если проводник РЕ замкнулся с двумя фазными проводниками, то такое короткое замыкание называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) двухфазным,</li> <li>2) однофазным,</li> <li>3) <b>двухфазным на землю,</b></li> <li>4) трехфазным.</li> </ol> <p>2. Ударный коэффициент может изменять свое значение значения в пределах:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>0 &lt; K_y &lt; 6</math></li> <li>2) <b><math>1 &lt; K_y &lt; 2</math></b></li> <li>3) <math>0 &lt; K_y &lt; 1</math></li> <li>4) <math>2 &lt; K_y &lt; 3</math></li> </ol> <p>3. При расчете токов короткого замыкания в сетях напряжение до 1000 В применяют метод:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) независимых единиц;</li> <li>2) относительных единиц;</li> <li>3) <b>именованных единиц;</b></li> <li>4) закон Ома.</li> </ol> <p>4. Ударным током короткого замыкания (КЗ) называют:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) наибольшее значение периодической составляющей тока КЗ;</li> <li>2) наибольшее значения аperiodической составляющей тока КЗ</li> <li>3) <b>наибольшее мгновенное значение полного тока КЗ</b></li> <li>4) значение тока, вызванного ударом молнии.</li> </ol>	<p>ИД-3.ПК-4</p> <p>Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования</p>

	<p>5. Ударный ток наступает после начала КЗ через:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 0,1 с;</li> <li>2) <b>0,01 с;</b></li> <li>3) 0,2 с;</li> <li>4) 0,002 с.</li> </ol> <p>6. Автоматический регулятор возбуждения (АРВ) предназначен для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) поддержания заданного напряжения на вводных зажимах электроприемника,</li> <li>2) увеличения напряжения на выводах генератора при увеличении нагрузки и уменьшении напряжения при её снижении.</li> <li>3) <b>поддержания заданного напряжения на выводах генератора</b></li> <li>4) поддержания частоты тока при изменении нагрузки.</li> </ol> <p>7. Статическая устойчивость электрической системы – это способность возвращаться к исходному режиму или близкому к нему после</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) сильного возмущения,</li> <li>2) <b>слабого возмущения,</b></li> <li>3) короткого замыкания</li> <li>4) обрыва цепи.</li> </ol> <p>8. Какой вид короткого замыкания считается симметричным?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) однофазное,</li> <li>2) двухфазное,</li> <li>3) <b>трехфазное,</b></li> <li>4) двухфазное на землю.</li> </ol> <p>9. При каких условиях допускается не учитывать активное сопротивление <math>R</math> элементов цепи при расчете тока КЗ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) если <math>R &lt; X</math> в 1,5 раза</li> <li>2) если <math>R &gt; X</math> в 2 раза</li> <li>3) <b>если <math>R &lt; X</math> в 3 раза</b></li> <li>4) если <math>R = X</math>,</li> </ol> <p>где <math>X</math> – индуктивное сопротивление элемента цепи.</p> <p>10. Из каких составляющих состоит ток короткого замыкания?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) из постоянной и периодической:</li> <li>2) <b>из периодической и апериодической;</b></li> <li>3) из постоянной и апериодической</li> <li>4) только из периодической.</li> </ol>	
--	--	--

<p>1. Динамическая устойчивость электрической системы это способность возвращаться к исходному режиму или близкому к нему после</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>сильного возмущения,</b></li> <li>2) слабого возмущения,</li> <li>3) переключения нагрузки,</li> <li>4) отключения нагрузки и повторного её включения.</li> </ol> <p>2. Критерий динамической устойчивости электрической системы устанавливает следующее соотношение между площадью ускорения и площадью торможения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>F_{\text{уск}} &gt; F_{\text{торм}}</math>.</li> <li>2) <math>F_{\text{уск}} &lt; F_{\text{торм}}</math>.</li> <li>3) <b><math>F_{\text{уск}} = F_{\text{торм}}</math>.</b></li> <li>4) <math>F_{\text{уск}} \approx F_{\text{торм}}</math>.</li> </ol> <p>3. Погонное сопротивление воздушной линии напряжением выше 1000 В можно с достаточной для практических расчетов тока КЗ принять равным:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 0,35 Ом/км,</li> <li>2) <b>0,4 Ом/км,</b></li> <li>3) 0,5 Ом/км,</li> <li>4) 0,08 Ом/км.</li> </ol> <p>4. Для расчета двухфазного тока КЗ необходимо составить схемы замещения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) прямой, обратной и нулевой последовательности;</li> <li>2) прямой и нулевой последовательности;</li> <li>3) <b>прямой и обратной последовательности;</b></li> <li>4) только прямой последовательности.</li> </ol> <p>5. Для расчета трехфазного тока КЗ необходимо составить схемы замещения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) прямой, обратной и нулевой последовательности;</li> <li>2) прямой и нулевой последовательности;</li> <li>3) прямой и обратной последовательности;</li> <li>4) <b>только прямой последовательности.</b></li> </ol> <p>6. Для снижения тока однофазного короткого замыкания в электрических системах применяют:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) усиленное заземление каждого из трансформаторов в двухтрансформаторной подстанции;</li> <li>2) <b>разземление одного из трансформаторов в двухтрансформаторной подстанции;</b></li> <li>3) включение разрядников в питающую сеть;</li> <li>4) включение ограничителей перенапряжения.</li> </ol> <p>7. Для снижения тока замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью применяют:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) короткозамыкатели и отделители;</li> <li>2) разрядники;</li> <li>3) <b>дугогасящие катушки;</b></li> </ol>	<p>ИД-6.ПК-5</p> <p>Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования</p>
--	--

	<p>3) ограничители перенапряжений.</p> <p>8. Предельно допустимым током замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью напряжением 10 кВ считается:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 10 А;</li> <li><b>2) 20 А;</b></li> <li>3) 40 А;</li> <li>3) 50 А.</li> </ol> <p>9. Системой с эффективно заземленной нейтралью считается такая система, у которой коэффициент эффективности заземления <math>K_z</math>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>K_z &gt; 1,4</math>;</li> <li><b>2) <math>K_z &lt; 1,4</math>;</b></li> <li>3) <math>K_z = 1.4</math>;</li> <li>3) <math>K_z &lt; 2,8</math>.</li> </ol> <p>10. Электрическая система считается статически устойчивой, если производная <math>dP/d\delta</math>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>больше нуля;</b></li> <li>2) меньше нуля;</li> <li>3) равна нулю;</li> <li>3) равна единице.</li> </ol>	
--	---	--

По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

Шкала	Критерии оценивания (% правильных ответов)
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

Тестовые задания, используемые для оценки качества дисциплины с помощью информационных технологий, приведены в РПД: «10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем» - Му TestX10.2.

#### 4.1.3 Контрольная работа

Контрольная работа является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины.

По результатам проверки контрольной работы выставляется оценка. В том случае если работа выполнена не полностью, или неверно произведены отдельные расчеты, изложение материала поверхностно, отсутствуют выводы, но работа сдана досрочно и обучающийся имеет время на её доработку, то она возвращается автору на доработку. Обучающийся должен переделать работу с учетом замечаний и предоставить для проверки новый вариант. Допускается рукописное оформление работы в отдельной тетради. Работа в готовом виде должна быть предоставлена на проверку преподавателю не менее чем за 2 недели до начала экзаменационной сессии.

Преподаватель проверяет контрольную работу и выставляет оценку (табл.). Контрольная работа с оценкой возвращается студенту.

Обучающиеся, не выполнившие контрольные работы, не допускаются до сдачи экзамена.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	Контрольная работа выполнена в срок, в полном объеме и на высоком уровне. При написании работы обучающийся продемонстрировал навыки и умения. Работа выполнена аккуратно.
Оценка 4 (хорошо)	Контрольная работа выполнена, но с незначительными замечаниями, Обучающийся недостаточно самостоятелен и инициативен. Расчеты произведены с незначительными погрешностями. Оформление имеет недостатки.
Оценка 3 (удовлетворительно)	В контрольной работе допущены просчеты и ошибки, слабо продемонстрированы навыки работы с теоретическими источниками. Работа оформлена небрежно.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	Контрольная работа не выполнена, либо выполнена с грубыми нарушениями требований, не выполнена практическая часть работы.

## **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 секретариате директората ведомость защиты курсовой работы, а после окончания защиты лично сдает ее обратно в секретариат директората Института.

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 работ и 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.

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.

Курсовая работа выполняется в соответствии с календарным графиком, который составляется ежегодно с учетом календарного учебного графика Университета и Этапами выполнения курсовой работы (см. ниже).

Шкала и критерии оценивания защиты курсовой работы представлены в таблице.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (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 4 (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 3 (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 2 (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.

### Примерная тематика курсовой работы

Тема курсовой работы «Расчет токов короткого замыкания». Варианты заданий и методические указания по выполнению курсовой работы представлены в учебно-методических разработках, раздел 5 литература [1], [2] и [3].

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

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

### Этапы выполнения курсовой работы

Содержание раздела	Указываются код и наименование индикатора компетенции
<p><b>Раздел 1. РАСЧЕТ РЕЖИМА ТРЕХФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ</b></p> <p>В заданных вариантах точках короткого замыкания необходимо рассчитать действующие значения периодической и аперiodической составляющих тока</p>	<p>ИД-3.ПК-4</p> <p>Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования</p>

<p>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</p>	<p>технологического оборудования</p>
<p><b>Раздел 2. РАСЧЕТ НЕСИММЕТРИЧНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ</b></p> <p>В точке короткого замыкания на стороне обмотки с более высоким напряжением рассчитать действующие значения периодической и аperiodической составляющих тока однофазного короткого замыкания для моментов времени 0, 0,2 с, ударный ток короткого замыкания.</p> <p>В той же точке рассчитать действующее значение периодической составляющей тока двухфазного короткого замыкания в начальный момент времени.</p> <p>Проверить расчеты по п. 2.1; 2.2 на ПЭВМ.</p> <p>Окончательные значения рассчитанных токов КЗ, их составляющих и все зависимости, представляемые в виде графиков, должны быть в именованных единицах.</p>	<p>ИД-3.ПК-4</p> <p>Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования</p>

#### 4.2.2 Зачет/Дифференцированный зачет

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины.

По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено»; оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» в случае дифференцированного зачета.

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных (практических) занятий. Зачет принимается преподавателями, проводившими лабораторные (практические) занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

Присутствие на зачете преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной, воспитательной работе и молодежной политике, заместителя директора института по учебной работе не допускается.

Форма проведения зачета - устный опрос по билетам определяются кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в секретариате директората зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в секретариат директората после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Положительная оценка, внесенная в зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета в зачетно-экзаменационную ведомость выставляется в день проведения зачета. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «неудовлетворительно» или «не зачтено».

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

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 зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно» или «не зачтено».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются заместителем директора института по учебной работе.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Допускается с разрешения заместителя директора института по учебной работе досрочная сдача зачета с записью результатов в экзаменационный лист.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать зачеты 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.

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	
1.	<p>1. Роль российских ученых в развитии теории переходных процессов. Короткое замыкание. Виды коротких замыканий. Последствия коротких замыканий. Назначение расчетов токов коротких замыканий.</p> <p>2. Схемы замещения и расчет сопротивлений двухобмоточных и трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов.</p> <p>3. Схемы замещения и расчет сопротивлений линии электропередачи.</p> <p>4. Основные допущения, принимаемые при расчетах</p>	<p>ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования</p> <p>ИД-6.ПК-5</p>

<p>токов короткого замыкания.</p> <p><b>5.</b> Система относительных единиц. Основные соотношения.</p> <p><b>6.</b> Приведение параметров схемы к основной ступени напряжения. Шкала средних номинальных напряжений.</p> <p><b>7.</b> Преобразование схем замещения. Основные выражения, применяемые для преобразования.</p> <p><b>8.</b> Общее представление о характере тока короткого замыкания. Действующее значение периодической составляющей тока КЗ.</p> <p><b>9.</b> Аperiodическая составляющая тока КЗ. Постоянная времени аperiodической составляющей тока КЗ. Ударный ток.</p> <p><b>10.</b> Порядок расчета тока трехфазного КЗ.</p> <p><b>11.</b> Выражения для определения ЭДС и сопротивления элементов расчетной схемы (генераторов, трансформаторов, ЛЭП и т.д.) и приведения их к базисным условиям.</p> <p><b>12.</b> Расчет начального действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания.</p> <p><b>13.</b> Расчет распределения тока трехфазного КЗ по характерным ветвям схемы (показать на примере).</p> <p><b>14.</b> Расчет аperiodической составляющей тока трехфазного КЗ в произвольный момент времени. Расчет ударного тока.</p> <p><b>15.</b> Расчет действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания в произвольный момент времени. Метод типовых кривых.</p> <p><b>16.</b> Метод симметричных составляющих. Поворотный множитель. Применение поворотного множителя.</p> <p><b>17.</b> Однофазное короткое замыкание. Основные соотношения. Векторная диаграмма.</p> <p><b>18.</b> Двухфазное короткое замыкание. Основные соотношения. Векторная диаграмма.</p> <p><b>19.</b> Двухфазное короткое замыкание на землю. Основные соотношения. Векторная диаграмма.</p> <p><b>20.</b> Правило эквивалентности прямой последовательности. Выражения для дополнительного сопротивления и коэффициента взаимосвязи при различных видах КЗ.</p> <p><b>21.</b> Параметры элементов электрической схемы для схем замещения нулевой последовательности.</p> <p><b>22.</b> Схема замещения прямой последовательности. Её отличие от схемы замещения для расчета трехфазного КЗ.</p> <p><b>23.</b> Схема замещения обратной последовательности. Её отличие от схемы замещения прямой последовательности.</p> <p><b>24.</b> Схема замещения нулевой последовательности. Её отличие от схемы замещения прямой последовательности.</p> <p><b>25.</b> Построение схемы замещения нулевой последовательности двухобмоточного трансформатора в зависимости от схем соединения его обмоток. Мнемоническая схема для двухобмоточного трансформатора.</p> <p><b>26.</b> Построение схемы замещения нулевой последовательности трехобмоточного трансформатора в зависимости от схем соединения его обмоток. Мнемоническая</p>	<p>Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования</p>
--	---

	<p>схема для трехобмоточного трансформатора.</p> <p><b>27.</b> Порядок расчета токов несимметричных коротких замыканий.</p> <p><b>28.</b> Особенности расчета тока короткого замыкания в сетях напряжением до 1000 В.</p> <p><b>29.</b> Понятие о системах единиц – именованные и относительные.</p> <p><b>30.</b> Параметры воздушных и кабельных линий для токов различных последовательностей.</p> <p><b>31.</b> Правила построения схем нулевой последовательности.</p> <p><b>32.</b> Автотрансформаторы и трехобмоточные трансформаторы в схеме нулевой последовательности.</p> <p><b>33.</b> Влияние конструкции магнитопровода двухобмоточных трансформаторов на схемы нулевой последовательности.</p> <p><b>34.</b> Влияние групп соединения двухобмоточных трансформаторов на схемы нулевой последовательности.</p> <p><b>35.</b> Правило эквивалентности прямой последовательности. Типовые формулы расчета токов КЗ для различных видов КЗ.</p> <p><b>36.</b> Однофазное замыкание на землю в сетях с изолированной нейтралью. Принцип действия дугогасящих катушек.</p>	
--	---	--

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

**Вид аттестации – зачёт с оценкой**

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</li> <li>- в усвоении учебного материала допущены пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене: неполно или не последовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li> </ul>

### 4.2.3 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, воспитательной работе и молодежной политике, заместителя директора Института по учебной работе не допускается.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в секретариате директората зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в секретариат 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 обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более 6 обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена обучающийся 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 проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость.

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.

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
1	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	
1	<p>1. Что такое статическая, динамическая и результирующая устойчивость? Чем вызвано такое деление?</p> <p>2. Допущения, принимаемые при расчете устойчивости. Задачи расчета статической и динамической устойчивости систем.</p> <p>3. Схема замещения простейшей электрической системы (Генератор – трансформатор – ЛЭП – шины постоянного напряжения) и её векторная диаграмма. Характеристика мощности простейшей системы</p> <p>4. Угловая характеристика простейшей СЭС. Физический смысл угла нагрузки.</p> <p>5. Определение ЭДС генератора с использованием комплексных величин (<math>U</math>, <math>I</math>, <math>x_{d\Sigma}</math>) или скалярных. Определение комплекса тока по известному значению комплексов мощности и напряжения.</p> <p>6. Идеальный предел передаваемой мощности. Коэффициент запаса статической устойчивости системы по мощности.</p> <p>7. Пассивные четырехполюсники. Собственные и взаимные проводимости. Основные соотношения.</p> <p>8. Определение коэффициентов четырехполюсника. Т-образный пассивный четырехполюсник. Основные соотношения.</p> <p>9. Последовательное соединение четырехполюсников. Определение проводимостей схемы по коэффициентам четырехполюсника</p> <p>10. Статическая устойчивость простейшей системы. Условия выпадения из синхронизма. Критерий статической устойчивости простейшей электрической системы.</p> <p>11. Механическая постоянная генератора. Уравнение движения ротора генератора.</p> <p>12. Характеристика мощности генератора с регулятором тока возбуждения. Внешняя характеристика генератора</p> <p>13. Регуляторы тока возбуждения генератора АРВ ПД и АРВ СД. Их принцип действия и основные отличия.</p> <p>14. Представление в схеме замещения генератора без АРВ, генератора, снабженного АРВ ПД и генератора, снабженного АРВ СД.</p> <p>15. Характеристика мощности генератора при сложной связи генератора и приемной системы.</p> <p>16. Определение собственных и взаимных проводимостей системы. Способ пассивных четырехполюсников. Способ преобразований.</p> <p>17. Характеристика мощности явнополюсного генератора.</p> <p>18. Действительный предел мощности генератора. Построение реальной внешней характеристики. Влияние снижения напряжения на статическую устойчивость</p> <p>19. Статическая устойчивость двигателей нагрузки.</p>	<p>ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования</p> <p>ИД-6.ПК-5 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования</p>



	<p>Критерий статической устойчивости двигателей. Вторичные критерии устойчивости двигателей нагрузки.</p> <p>20. Анализ статической устойчивости системы методом малых колебаний.</p> <p>21. Динамическая устойчивость. Определение. Общие понятия и принципы анализа СЭС на динамическую устойчивость</p> <p>22. Анализ динамической устойчивости методом площадей. Условие динамической устойчивости. Коэффициент запаса динамической устойчивости.</p> <p>23. Анализ динамической устойчивости при трехфазном КЗ на линии</p> <p>24. Анализ динамической устойчивости при двухфазном на землю КЗ на линии</p> <p>25. Предельный угол отключения короткого замыкания</p> <p>26. Метод последовательных интервалов</p> <p>27. Трехфазное КЗ в сложной система (с двумя генераторами). Порядок расчета при анализе динамической устойчивости.</p> <p>28. Двухфазное КЗ на землю в сложной системе (с двумя генераторами). Порядок расчета при анализе динамической устойчивости.</p> <p>29. Схемы замещения линии электропередачи.</p> <p>30. Активное сопротивление линии электропередачи. Его влияние на устойчивость системы.</p> <p>31. Индуктивное сопротивление линии электропередачи. Его влияние на устойчивость системы.</p> <p>32. Параметры ЛЭП с расщепленной фазой. Влияние длины ЛЭП на устойчивость системы.</p> <p>33. Что такое параметры режима и параметры СЭС?</p> <p>34. Для чего необходимо рассчитывать переходные процессы?</p> <p>35. Каковы причины появления электромеханических переходных процессов и их возможные последствия?</p> <p>36. Какие схемы замещения генераторов используются в расчетах устойчивости?</p> <p>37. Как формулируется критерий статической устойчивости в общем виде?</p> <p>38. С какой целью выполняется исследование статической устойчивости СЭС?</p> <p>39. Как формулируются особенности исследования динамической устойчивости СЭС при различных видах КЗ?</p> <p>40. Какой режим генератора называется асинхронным?</p>	
--	--	--

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать материал в определенной</li> </ul>

	<p>логической последовательности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</li> <li>- в усвоении учебного материала допущены пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li> </ul>

