

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.09.2024 16:02:01
Уникальный программный ключ:
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfb618e2f3

Шифр ОПОП: 2014.13.03.02.01

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»**

Год начала подготовки (по учебному плану): 2020
(год набора)

Шифр дисциплины: Б1.В.14
(шифр дисциплины из учебного плана)

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Переходные процессы в электроэнергетических системах

(полное наименование дисциплины (модуля), в строгом соответствии с учебным планом)

Новосибирск

Составитель:

доцент

(должность)

кафедры Электроэнергетических систем и электротехники

(наименование кафедры)

Л.В.Садовской

(И.О.Фамилия)

Одобрена:

Ученым советом

Электромеханического факультета

(наименование факультета, реализующего образовательную программу)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Председатель совета

Е.А. Григорьев

(И.О.Фамилия)

На заседании кафедры Электроэнергетических систем и электротехники

(наименование кафедры)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Заведующий кафедрой

Е.В.Иванова

(И.О.Фамилия)

Согласована:

Руководитель рабочей группы по разработке ОПОП по направлению 13.03.02

(наименование коллектива разработчиков по направлению подготовки / специальности)

«Электроэнергетика и электротехника»

Д.Т.Н.

(ученая степень)

Е. В. Иванова

(И.О.Фамилия)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является обеспечение базового уровня знаний, умений и навыков, необходимых для формирования способности профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, а также умения осуществлять постановку и проведение экспериментов по заданной методике и анализ их результатов.

1.2. Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные через результат обучения по дисциплине (модуля), как часть результата освоения образовательной программы (далее – ОП):

1.2.1. Универсальные компетенции (УК):

Дисциплина не формирует универсальных компетенций.

1.2.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Дисциплина не формирует общепрофессиональных компетенций.

1.2.3. Профессиональные компетенции (ПК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
ПК-3	Способен участвовать в проектировании энерго-объектов и их элементов в соответствии с нормативными документами, разработке и сопровождении технической документации	III	Владеть: - Программным комплексом по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем RastrWin.
ПК-4	Способен обеспечивать расчёт, требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса работы по заданной методике электроэнергетических систем и сетей, электрических станций и	I-III	Знать: - Математические модели электрической системы и её элементов при расчетах переходных процессов; методы расчёта токов короткого замыкания. - Принципы анализа переходных процессов при статических и динамических нарушениях устойчивости. Уметь: - Составлять математические модели электро-энергетической системы и рассчитывать токи

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
	<i>подстанций в соответствии с нормативными документами</i>		короткого замыкания. -Проводить анализ устойчивости электро-энергетических систем. Владеть: -Навыками анализа устойчивости электро-энергетических систем и оценкой переходных процессов в узлах нагрузки.

1.2.4. Профессиональные компетенции профиля или специализации (ПКС):

Дисциплина не формирует компетентности профиля или специализации.

1.2.5. Компетентности МК ПДНВ (КМК):

Дисциплина не формирует компетентности МК ПДНВ.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) реализуется в рамках части формируемой участниками образовательных отношений
(обязательная; формируемая участниками образовательных отношений; факультативы)
 основной профессиональной образовательной программы.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах (з.е.) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Для очной формы обучения:
(очной, заочной)

Формы контроля						Всего часов					Всего з.е.		Курс 4													
						По з.е.	По плану	в том числе					Семестр 7							Семестр 8						
Экзамены	Зачеты	Зачеты с оценкой	Курсовые проекты	Курсовые работы	РГР			Контактная работа	СР	Контроль	Экспертное	Факт	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.
7				7		180	180	94	50	36	5	5	28	28	28	10	50	36	5							
в том числе тренажерная подготовка:																										

Для заочной формы обучения:
(очной, заочной)

Формы контроля						Всего часов					Всего з.е.		Курс 5							
						По з.е.	По плану	в том числе												
Экзамены	Зачеты	Зачеты с оценкой	Курсовые проекты	Курсовые работы	КР			Контактная работа	СР	Контроль	Экспертное	Факт	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.	
5				5		180	180	32	130	18	5	5	12	8	6	6	130	18	5	
в том числе тренажерная подготовка:																				

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы и темы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах):

№	Разделы и темы дисциплины (модуля)	Лек		Лаб		Пр		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
7 семестр – очная форма обучения; 5 курс – заочная форма обучения									
1	Математические модели электроэнергетических систем	4	2			4	1	6	15
2	Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании	8	2	8	2	8	1	14	30
3	Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	6	2	8	2	6	1	14	30
4	Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	2	2	4		2	1	6	15
5	Общие сведения об устойчивости. Статическая устойчивость. Динамическая устойчивость	8	4	8	4	8	2	10	40
	ИТОГО	28	12	28	8	28	6	50	130

Примечания: О – очная форма обучения, З – заочная форма обучения.

4.2. Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Математические модели электроэнергетических систем [1-3]

Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Основные понятия и определения. Задачи расчета электромагнитных переходных процессов. Основные допущения. Параметры элементов расчетных схем. Составление расчетной схемы и схемы замещения. Способы преобразования схем замещения.

Тема 2. Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании [1-3]

Трёхфазное короткое замыкание в простейшей неразветвленной цепи. Ударный ток короткого замыкания. Действующее значение полного тока короткого замыкания. Характеристики двигателей и нагрузки в начальный момент внезапного нарушения режима. Приближённый учёт системы. Практические методы расчёта переходного процесса короткого замыкания. Определение действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания в произвольный момент времени. Алгоритм определения периодической составляющей аварийного тока в произвольный момент времени по типовым кривым. Влияние АРВ генераторов на установившийся режим короткого замыкания.

Тема 3. Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи [1-3]

Основные положения в исследовании несимметричных переходных процессов. Параметры элементов электроэнергетических систем для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей. Схемы отдельных последовательностей. Распределение и трансформация токов и напряжений. Однократная поперечная несимметрия. Алгоритм определения начального значения периодической составляющей тока несимметричного короткого замыкания. Однократная продольная несимметрия.

Тема 4. Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения [1-3]

Основные факторы, влияющие на переходный процесс при коротком замыкании. Ограничение токов короткого замыкания. Параметры элементов электроустановок переменного тока и установок постоянного тока. Расчёт токов короткого замыкания в установках напряжением ниже 1000 В.

Тема 5. Общие сведения об устойчивости. Статическая устойчивость. Динамическая устойчивость [1-3]

Основные понятия и определения. Допущения при анализе устойчивости. Задачи расчета устойчивости электроэнергетических систем. Статическая устойчивость. Характеристика мощности явнополюсного генератора и генератора с АРВ. Статическая устойчивость нагрузки. Методические указания по анализу статической устойчивости. Динамическая устойчивость электроэнергетических систем. Динамическая устойчивость при коротком замыкании. Динамическая устойчивость двигателей нагрузки. Пуск и самозапуск двигателей. Методические указания по анализу динамической устойчивости.

4.3. Содержание лабораторных работ [5-6]

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование лабораторных работ или деловых игр
<i>7 семестр – очная форма обучения; 5 курс – заочная форма обучения</i>	
Тема 2. Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании	Переходный процесс при симметричном коротком замыкании в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности Переходный процесс при симметричном коротком замыкании в электрической сети, питающейся от синхронного генератора
Тема 3. Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	Переходный процесс при несимметричном коротком замыкании в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности Переходный процесс при двойном замыкании на землю в электрической сети с изолированной нейтралью, питающейся от источника практически бесконечной мощности
Тема 4. Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	Переходный процесс при однофазном коротком замыкании с разрывом фазы в электрической сети с заземленной нейтралью, питающейся от источника практически бесконечной мощности
Тема 5. Общие сведения об устойчивости. Статическая	Переходный процесс в одномашинной электрической системе при подключении синхронного генератора к электрической сети при

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование лабораторных работ или деловых игр
<i>7 семестр – очная форма обучения; 5 курс – заочная форма обучения</i>	
устойчивость. Динамическая устойчивость	потере возбуждения генератора Процесс потери устойчивости генератора при медленном его нагружении Переходный процесс при кратковременном перерыве питания асинхронного электродвигателя

4.4. Содержание практических занятий[1-4]

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование практических занятий, семинаров
<i>7 семестр – очная форма обучения; 5 курс – заочная форма обучения</i>	
Тема 1. Математические модели электроэнергетических систем	Составление схем замещения в относительных и именованных единицах, определение параметров схемы замещения. Использование различных способов преобразования схем для получения эквивалентной схемы замещения.
Тема 2. Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании	При трёхфазных коротких замыканиях определения начального значения периодической составляющей тока короткого замыкания и в произвольный момент времени, апериодической составляющей тока короткого замыкания, ударного тока и мощности короткого замыкания. Построение эпюр напряжений
Тема 3. Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	Определение параметров схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчет токов и напряжений при поперечной и продольной несимметрии. Построение векторных диаграмм и эпюр напряжений
Тема 4. Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	Расчёт токов КЗ в сетях напряжением до 1000 кВ. Расчет тока КЗ в цепях постоянного тока.
Тема 5. Общие сведения об устойчивости. Статическая устойчивость. Динамическая устойчивость	Определение запаса статической устойчивости системы и нагрузки. Определение динамической устойчивости при коротких замыканиях на линии электропередачи.

4.5. Курсовая работа [1-4, 7]

Предусмотрены курсовая работа на тему:

«Расчёт переходных процессов в электроэнергетических системах»

№ раздела (темы) дисциплины	Работы, выполняемые по курсовому проектированию	Объём, стр.		Часы
		графическая часть	текстовая часть	
Тема 2. Переход- ный процесс в электроэнергети- ческой системе при трёхфазном коротком замыка- нии	Расчёт трехфазного короткого замыкания на линии электропередач 110 (220) кВ / на шинах генератора 10,5 (13,8) кВ	1-2	4-8	11
Тема 3. Электро- магнитные пере- ходные процессы при нарушении симметрии трех- фазной цепи	Расчёт несимметричных коротких замыка- ний: однофазное/двухфазное короткое за- мыкание на землю на шинах подстанции 110 (220) кВ		5-10	9
ВСЕГО		2-4 формата А4	15-20 формата А4	20

4.6. Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы[1-12]

В самостоятельную работу обучающихся входит подготовка к лекционным и практическим занятиям путём изучения соответствующего теоретического материала, оформления отчётов по результатам лабораторных занятий, а также подготовка к демонстрации сформированности всех этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля).

Текущий контроль самостоятельной работы обучающихся осуществляется в ходе, практических и лабораторных занятий, а также при проведении индивидуальных и групповых консультаций.

Итоговый контроль освоения всех этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля), включает оценку самостоятельной проработки лекционного материала в виде проверочного теста, анализ результатов практических занятий.

5. Фонд оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля)

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
ПК-6	I-Формирование знаний	Тема 1 Математические модели электроэнергетических систем Тема 2 Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании Тема 3 Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи Тема 4 Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения Тема 5 Общие сведения об устойчивости. Статическая устойчивость. Динамическая устойчивость	Экзамен Проверочный тест
	II- Формирование способностей	Тема 1 Математические модели электроэнергетических систем Тема 2 Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании Тема 3 Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи Тема 4 Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения Тема 5 Общие сведения об устойчивости. Статическая устойчивость. Динамическая устойчивость	Комплект практических заданий
	III – Интеграция способностей	Тема 2 Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании Тема 3 Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи Тема 4 Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения Тема 5 Общие сведения об устойчивости. Статическая устойчивость. Динамическая устойчивость	Комплект лабораторных работ курсовая работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ПК-6	I- Формирование знаний	Экзамен по дисциплине	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
		Проверочный тест	Итоговый балл	Итоговый балл от 50 до 100 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций «освоено» . Итоговый балл от 0 до 49 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций «не освоено» .	Шкала интервалов с рангами от 0 до 100 Дихотомическая шкала «освоено – не освоено»
		Зачет	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий и лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено –не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
	II- Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено –не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	
	III – Интеграция способностей	Отчеты по лабораторным работам	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
		Курсовая работа	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и (или) навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.3.1 Компетенции ПК-4 «Способен обеспечивать расчёт, требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса работы по заданной методике электроэнергетических систем и сетей, электрических станций и подстанций в соответствии с нормативными документами», ПК-3 «Способен участвовать в проектировании энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативными документами, разработке и сопровождении технической документации»

Этап I-Формирование знаний

Типовые теоретические вопросы к экзамену по дисциплине:

1 Математические модели электроэнергетических систем

1.1. Основные понятия и определения. Задачи расчета электромагнитных переходных процессов.

1.2. Основные допущения, принимаемые при исследованиях электромагнитных переходных процессов. Параметры элементов расчетных схем.

1.3. Понятия о расчетной схеме и схеме замещения. Система единиц, используемые при составлении схем замещения.

1.4. Составление схем замещения. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей.

1.5. Методы преобразования схем замещения

2 Переходный процесс в электроэнергетической системе при трёхфазном коротком замыкании

2.1. Трёхфазное короткое замыкание в простейшей неразветвленной цепи.

2.2. Ударный ток короткого замыкания. Ударный коэффициент.

2.3. Действующее значение полного тока короткого замыкания.

2.4. Характеристики двигателей и нагрузки в начальный момент внезапного нарушения режима.

2.5. Приближённый учёт системы.

2.6. Определение начального значения периодической составляющей и ударного тока короткого замыкания.

2.7. Определение действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания в произвольный момент времени по типовым кривым.

2.8. Влияние АРВ генераторов на установившийся режим короткого замыкания.

3 Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи

3.1. Основные положения в исследовании несимметричных переходных процессов.

3.2. Применение метода симметричных составляющих к исследованию переходных процессов.

3.3. Параметры элементов электроэнергетических систем для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей. Синхронные машины.

3.4. Параметры элементов электроэнергетических систем для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей. Асинхронные двигатели. Обобщенная нагрузка.

3.5. Параметры элементов электроэнергетических систем для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей. Трансформаторы и автотрансформаторы.

3.6. Параметры элементов электроэнергетических систем для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей. Воздушные линии электропередачи.

3.7. Параметры элементов электроэнергетических систем для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей. Трёхжильный кабель.

3.8. Распределение и трансформация токов и напряжений.

3.9. Однократная поперечная несимметрия. Однофазное короткое замыкание.

3.10. Однократная поперечная несимметрия. Двухфазное короткое замыкание на землю.

- 3.11.Однократная поперечная несимметрия. Двухфазное короткое замыкание.
- 3.12.Правило эквивалентности прямой последовательности при поперечной несимметрии.
- 3.13.Однократная поперечная несимметрия. Комплексные схемы замещения.
- 3.14.Однократная поперечная несимметрия. Сравнение видов короткого замыкания.
- 3.15.Алгоритм определения начального значения периодической составляющей тока несимметричного короткого замыкания.
- 3.16.Однократная продольная несимметрия. Обрыв одной фазы.
- 3.17.Однократная продольная несимметрия. Обрыв двух фаз.

4 Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения

- 4.1. Однофазные короткие замыкания на землю в сети 6-35 кВ.
- 4.2. Основные факторы, влияющие на переходный процесс при коротком замыкании в электроустановках напряжением до 1 кВ.
- 4.3. Параметры элементов электроустановок напряжением до 1 кВ переменного тока.
- 4.4. Параметры элементов электроустановок напряжением до 1 кВ постоянного тока.
- 4.5. Алгоритм расчёта токов короткого замыкания в установках напряжением ниже 1000 В.
- 4.6. Средства ограничения токов короткого замыкания.
- 4.7. Оптимизация режима заземления нейтрали в электрических сетях.
- 4.8. Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования.

5 Общие сведения об устойчивости. Статическая устойчивость. Динамическая устойчивость

- 5.1. Устойчивость. Основные понятия и определения. Допущения, принимаемые при анализе устойчивости. Задачи расчёта устойчивости электроэнергетических систем.
- 5.2. Статическая устойчивость простейших систем.
- 5.3. Характеристика мощности явнополюсного генератора и генератора с АРВ.
- 5.4. Статическая устойчивость нагрузки.
- 5.5. Методические указания по анализу статической устойчивости.
- 5.6. Анализ динамической устойчивости простейших систем графическим методом.
- 5.7. Динамическая устойчивость при коротком замыкании на линии.
- 5.8. Динамическая устойчивость двигателей нагрузки.
- 5.9. Пуск и самозапуск двигателей.
- 5.10.Методические указания по анализу динамической устойчивости.

Этап II- Формирование способностей

Практические занятия:

Практическое занятие 1. Составление схем замещения в относительных и именованных единицах, определение параметров схемы замещения. Использование различных способов преобразования схем для получения эквивалентной схемы замещения.

Практическое занятие 2. При трёхфазных коротких замыканиях определения начального значения периодической составляющей тока короткого замыкания и в произвольный момент времени, апериодической составляющей тока короткого замыкания, ударного тока и мощности короткого замыкания. Построение эпюр напряжения

Практическое занятие 3. Определение параметров схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчет токов и напряжений при поперечной и продольной несимметрии. Построение векторных диаграмм и эпюр напряжений

Практическое занятие 4. Расчёт токов КЗ в сетях напряжением до 1000 кВ. Расчет тока КЗ в цепях постоянного тока.

Практическое занятие 5. Определение запаса статической устойчивости системы и нагрузки.

Практическое занятие 6. Определение динамической устойчивости при коротких замыканиях на линии электропередачи. Пуск двигателей при различных условиях.

Этап III – интеграция способностей

Лабораторные работы:

Лабораторная работа 1. Переходный процесс при симметричном коротком замыкании в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности

Лабораторная работа 2. Переходный процесс при симметричном коротком замыкании в электрической сети, питающейся от синхронного генератора

Лабораторная работа 3. Переходный процесс при несимметричном коротком замыкании в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности

Лабораторная работа 4. Переходный процесс при двойном замыкании на землю в электрической сети с изолированной нейтралью, питающейся от источника практически бесконечной мощности

Лабораторная работа 5. Переходный процесс при однофазном коротком замыкании с разрывом фазы в электрической сети с заземленной нейтралью, питающейся от источника практически бесконечной мощности

Лабораторная работа 6. Переходный процесс в одномашинной электрической системе при подключении синхронного генератора к электрической сети при потере возбуждения генератора

Лабораторная работа 7. Процесс потери устойчивости генератора при медленном его нагружении

Лабораторная работа 8. Переходный процесс при кратковременном перерыве питания асинхронного электродвигателя

Лабораторные работы выполняются бригадой обучающихся с последующим оформлением отчетов по лабораторной работе. Защита лабораторной работы организована как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Защита лабораторной работы рассчитана на выяснение объема знаний, умений и практического применения знаний к конкретной ситуации, проблеме. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы находятся в методических указаниях по лабораторному практикуму.

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

5.4.1 Методика оценки комплекта практических заданий по дисциплине

Комплект практических заданий по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение компетенции.

При проведении практикума оценивается достижение обучающимся целей, поставленных в работе в соответствии с заданием. Оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если он достиг всех целей, поставленных в работе, выполнил все задания по теме занятия, оформил их соответствующим образом, смог правильно ответить при необходимости на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

Оценка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, если он не выполнил или не предоставил все задания по теме занятия, не смог правильно ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

5.4.2 Методика оценки лабораторных работ

Комплект лабораторных работ по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение компетенций.

В комплект входят лабораторные работы, каждая из которых оценивается критерием **«зачтено»** или **«не зачтено»**. Условиями сформированности всех предусмотренных этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля) является выполнение всех лабораторных работ, соответствующих данному этапу компетенции, на оценку **«зачтено»**.

Оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, правильно оформлен отчет по лабораторной работе. Обучающийся понимает содержание выполненной работы (знает определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.), владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

Оценка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, но он не владеет теоретическим материалом, допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, неспособен ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

5.4.3 Методика оценки проверочного теста

Проверочный тест состоит из 10 заданий, направленных на оценку знаний характеризующих освоение этапов (частей) компетенций.

Каждое из заданий теста, в случае правильного выполнения, оценивается в 10 баллов. Процедура тестирования организована в письменной форме.

Проверочный тест содержит задания закрытого типа с множественным выбором, содержащие несколько вариантов ответов, из которых один правильный. В рамках процедуры тестирования обучающийся, для данного вида заданий, определяет и отмечает один вариант с его точки зрения правильного ответа.

Задание считается выполненным в том случае, если отмечен один правильный вариант ответов. В противном случае задание считается невыполненным. Если обучающийся не отметил ни одного варианта ответа на задание теста, то ответ на данное задание считается неправильным.

Время, выделяемое на выполнение теста, не может превышать 45 минут.

Тест считается успешно выполненным в случае, если обучающийся наберет 50 или более баллов, что соответствует демонстрации сформированности этапов части дисциплины (модуля).

В случаях, если ответы на задания допускают неясности и разночтения (помарки, исправления и т.п.), преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы, направленные на уточнение уровня знаний, умений и навыков обучающегося в рамках освоения компетенций по данной дисциплине.

Итоговый балл	Процент правильных заданий проверочного теста
5 (отлично)	≥ 85
4 (хорошо)	$75 \div 84$
3 (удовлетворительно)	$50 \div 74$
2 (неудовлетворительно)	< 50

5.4.4 Методика оценки курсовой работы по дисциплине

Оценка **«отлично»** ставится обучающемуся, который в срок, в полном объеме в соответствии с заданием выполнил курсовую работу. При защите и написании работы обучающийся продемонстрировал навыки и умения, формируемые в результате освоения компетенции. Тема, заявленная в работе раскрыта полностью, все выводы обучающегося подтверждены материалами исследования и расчетами. Отчет подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями. В ходе защиты обучающийся демонстрирует необходимый уровень сформированности всех предусмотренных этапов компетенций, дает четкие ответы на поставленные вопросы, свободно владеет понятийным аппаратом.

Оценка **«хорошо»** ставится обучающемуся, который выполнил курсовую работу, но с незначительными замечаниями (описки, грамматические ошибки и т.д.). Тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер, практические материалы обработаны не полностью. В ходе защиты демонстрирует сформированные на достаточном уровне знания, умения и навыки, указанных в рабочей программе этапов освоения компетенции, допускает непринципиальные неточности при ответах на вопросы.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится обучающемуся, который допустил просчеты и ошибки в работе, не полностью раскрыл заявленную тему, сделал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками. При защите демонстрирует не до конца сформированные этапы компетенции и знания только основного материала, допускает ошибки принципиального характера при ответах на вопросы.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится обучающемуся, который не выполнил курсовую работу, либо выполнил с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему, не выполнил практической части работы.

5.4.5 Методика оценки экзамена по дисциплине

Экзамен по дисциплине содержит теоретическую часть, направленную на оценку знаний и практическую часть, направленную на оценку умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенции. Экзаменационный билет содержит два вопроса, охватывающих основные понятия, изучаемые в дисциплине и задачу. Экзамен проводится в письменном виде (задача) и устной форме - ответы на вопросы. После получения экзаменационного билета обучающемуся представляется 60 минут для решения задачи и подготовки к ответам на вопросы билета.

Оценка за экзамен выставляется с учетом результатов выполнения теоретической и практической частей в соответствии с приведенными ниже требованиями.

Критерии оценки экзамена по дисциплине

Итоговый балл за экзамен	Процент правильных заданий теоретической части экзамена	Требования к результатам практической части экзамена
5 (отлично)	Обучающийся дает правильные ответы на 2 вопроса, свободно владеет понятийным аппаратом	Решение задачи выполнено в полном объеме и без ошибок
4 (хорошо)	Правильный ответ на 1 вопрос и при ответе на 2-ой вопрос обучающийся допускает ошибки принципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции или при ответе на оба вопроса обучающийся допускает непринципиальные неточности при изложении ответов	Решение задачи выполнено в полном объеме, но с ошибками не влияющими на алгоритм расчета

Итоговый балл за экзамен	Процент правильных заданий теоретической части экзамена	Требования к результатам практической части экзамена
3 (удовлетворительно)	При ответе на оба вопроса обучающийся допускает ошибки принципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции	Решение задачи выполнено в неполном объеме
2 (неудовлетворительно)	все остальные случаи	все остальные случаи

В спорных случаях преподаватель вправе задавать уточняющие вопросы и давать дополнительные практические задания.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная учебная литература

1. Куликов, Ю.А. Переходные процессы в электрических системах [Текст] : учеб. пособие для подгот. бакалавров и дипломир. спец. по направлению "Электроэнергетика" / Ю. А. Куликов ; М-во образования Рос. Федерации, НГТУ. - М. [и др.] : НГТУ [и др.], 2003. - 283 с.

2. Папков, Б. В. Электроэнергетические системы и сети. Токи короткого замыкания [Электронный ресурс]: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Б. В. Папков, В. Ю. Вуколов. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 353 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/3A38877E-0616-4E05-AA53-181DD4A1F670. — Загл. с экрана.

б) дополнительная учебная литература

3. Хрущев, Ю. В. Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы [Электронный ресурс] : учебное пособие для прикладного бакалавриата / Ю. В. Хрущев, К. И. Заповодников, А. Ю. Юшков. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 153 с. — (Серия : Университеты России). — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/CD886D50-C8F3-4582-AB8D-D32E0CF35D1B. — Загл. с экрана.

4. ПУЭ [электронный ресурс] : правила устройства электроустановок / 6-е и 7-е изд. - Электронные текстовые данные. - доступ из СПС Консультант Плюс.

5. Садовская, Л.В. Переходные процессы в электроэнергетических системах: Электромагнитные переходные процессы в примерах и задачах / Л.В. Садовская, Т.А. Толашко; под ред. Сальникова В.Г. — Новосибирск: Сиб. гос. универ. водн. трансп., 2019. — 100 с.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

6. Садовская, Л.В. Переходные процессы в электроэнергетических системах. Ч.1 Электромагнитные переходные процессы: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» / Л.В. Садовская, С.В. Горелов; под ред. Сальникова В.Г. – Новосибирск: Сиб. гос. универ. водн. трансп., 2019. – 46 с.

7. Садовская, Л.В. Переходные процессы в электроэнергетических системах. Ч.2 Электромеханические переходные процессы: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» / Л.В. Садовская, С.В. Горелов; под ред. Сальникова В.Г. – Новосибирск: Сиб. гос. универ. водн. трансп., 2019. – 43 с.

8. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

8. Садовская, Л.В. Переходные процессы в электроэнергетических системах: методические указания и примеры расчёта курсовой работы по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» / Л.В. Садовская, Е.В. Иванова; под ред. Сальникова В.Г. – Новосибирск: Сиб. гос. универ. водн. трансп., 2019. – 102 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. ФГУП «Стандартинформ» (Российский научно-технический центр информации и оценки соответствия) [Электронный ресурс] - URL: <http://www.standards.ru/collect/4199456.aspx>, свободный. – Загл. с экрана.

10. Журнал «Электротехнический рынок». [Электронный ресурс] — Режим доступа: www.elec.ru, свободный. – Загл. с экрана.

11. ПАО «ФСК ЕЭС» - Федеральная сетевая компания ЕЭС [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.fsk-ees.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

12. Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://so-ops.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

13. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://elibrary.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- Пакет программного обеспечения для проведения лабораторных и практических занятий.

- Пакет прикладных офисных программ, включающий в себя текстовый процессор, средства просмотра pdf-файлов и средства работы с графикой.
- Консультационно-правовая система «Консультант Плюс».
- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный.
Учебная аудитория для проведения практических занятий	Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный.
Лаборатория электроэнергетических систем	Учебно-наглядные пособия: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный и универсальные стенды для проведения лабораторных работ
Учебная аудитория для выполнения курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Компьютерное оборудование с необходимым программным и методическим обеспечением.
Учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.