МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.04.07 «Электромагнитные переходные процессы в электрических системах»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроэнергетические системы и сети
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2025
Институт / факультет	Электротехнический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Автоматизированные электроэнергетические системы"
Кафедра-разработчик	кафедра "Автоматизированные электроэнергетические системы"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	216 / 6
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

Самара 2025

Б1.В.04.07 «Электромагнитные переходные процессы в электрических системах»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 144 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат технических наук	А.Г Сорокин
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	И.А. Косорлуков, кандидат технических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	Ю.В Зубков, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	А.А. Казанцев, кандидат технических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 6
4.1 Содержание лекционных занятий 6
4.2 Содержание лабораторных занятий 10
4.3 Содержание практических занятий 12
4.4. Содержание самостоятельной работы 14
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 16
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 17
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 17
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 18
9. Методические материалы 18
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 20

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-2 способность к инженерно-техническому сопровождению деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций	ПК-2.2 Выполняет расчеты электрических режимов электрооборудования подстанций и электроэнергетических систем	Владеть методами расчета переходных процессов в аварийных ситуациях и оценки нормативных возмущений на устойчивость электроэнергетической системы.
			Знать методы расчета нормальных, аварийных и послеаварийных электрических режимов в электрических сетях.
			Уметь выбирать методы расчета электромагнитных и электромеханических переходных процессов в аварийных режимах, оценивать устойчивость работы электроэнергетической системы.
		ПК-2.3 Обосновывает выбор параметров электрооборудования подстанций и электрической сети, учитывая технические ограничения	Знать Технические ограничения при реализации на практике энергосберегающих мероприятий

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **обязательная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины

ПК-2	Схемотехника; Технологии электромонтажа	Надежность электрических систем; Основы автоматизированных систем управления электрооборудованием подстанции; Практико-ориентированный проект	Алгоритмы и методы решения задач профессиональной деятельности; Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения; Основы проектирования объектов электрических систем; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Практико-ориентированный проект; Производственная практика: преддипломная практика; Эксплуатационные режимы в электрических системах; Электромеханические переходные процессы в электрических системах; Энергосбережение в электрических системах

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

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	112	64	48
Лабораторные работы	32	16	16
Лекции	48	32	16
Практические занятия	32	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	6	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	62	41	21
подготовка к лабораторным работам	24	16	8
подготовка к практическим занятиям	24	16	8
составление конспектов	14	9	5
Контроль	36	0	36
Итого: час	216	108	108
Итого: з.е.	6	3	3

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

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	16	8	8	20	52
2	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	16	8	8	21	53
3	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	8	8	8	10	34
4	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	8	8	8	11	35
	КСР	0	0	0	0	6
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	48	32	32	62	216

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	**Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.1. Основные понятия и определения дисциплины.	Проблема переходных процессов в электрической системе (ЭС). Место и задачи курса, его связь со смежными дисциплинами. Основные виды и особенности переходных процессов в ЭС. Электромагнитный переходный процесс (ПП) - причины возникновения и следствия. Виды коротких замыканий (КЗ) и обрывов. Назначения расчетов ПП и требования к ним. Основные допущения и расчетные условия.	2
2	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.2. Системы единиц – относительные и именованные.	Использование систем относительных и именованных единиц в расчетах переходных процессов. Вывод типовых формул для расчетов режимов КЗ с номинальным напряжением ниже 1000 В.	2
3	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.3. Приведение параметров элементов схемы замещения ЭЭС к одной ступени напряжения.	Точный и приближенный учет коэффициентов трансформации. Вывод типовых формул для расчетов режимов КЗ на шинах с номинальным напряжением выше 1000 В.	2

4	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.4. Схемы замещения режимов КЗ – правила со-ставления. Преобразование схем замещения.	Переходные процессы при симметричных нарушениях работы ЭЭС. Схемы замещения отдельных элементов системы. Преобразование схем замещения. Свертывание и развертывание расчетных схем. Упрощающие приемы. Принцип наложения. Ток КЗ свернутой схемы.	2
5	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.5. Трехфазное корот-кое замыкание в цепи, пита-емой источником бесконеч-ной мощности.	Симметричное КЗ в неразветвленной трехфазной цепи, питаемой источником бесконечной мощности. Мощность короткого замыкания. Вынужденная и свободная составляющие тока КЗ. Сверхпереходный ток КЗ - мгновенное, амплитудное, действующее значения. Апериодическая слагающая тока КЗ. Ударный ток КЗ. Полный ток КЗ. Расчет тока трехфазного КЗ. Эквивалентная постоянная времени затухания апериодических слагающих. Методы их точного и приближенного расчета.	2
6	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.6. Трехфазное короткое замыкание в цепи, питаемой источником конечной мощности.	Синхронный генератор в первый момент трехфазного КЗ. Схемы замещения и векторная диаграмма синхронного генератора (СГ). Сравнение реактивностей синхронной машины.	2
7	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.7. Режимы короткого замыкания в ЭС.	Влияние демпферных контуров СГ на режимы трехфазных замыканий. Переходный и сверхпереходный режимы короткого замыкания в ЭС. Установившийся режим короткого замыкания. Действующее значения сверхпереходного, ударного и установившегося токов симметричного КЗ.	2
8	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.8. Влияние регулиро-вание возбуждения генера-тора на режимы короткого замыкания в ЭС.	Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) генератора. Влияние АРВ на режим установившегося симметричного КЗ. Переходный процесс в синхронном генераторе при трехфазном замыкании на его шинах.	2
9	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.1. Ударный ток КЗ в ЭС.	Апериодическая и периодическая слагающие тока симметричного КЗ, постоянная времени ее затухания. Полный ток трехфазного КЗ. Ударный ток КЗ. Физическое моделирование ПП.	2
10	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.2. Переходный процесс в синхронном двигателе при симметричном коротком замыкании.	Влияние синхронного двигателя и компенсатора на режимы симметричного КЗ.	2

11	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.3.Моделирование переходного процесса при симметричных КЗ в узлах нагрузки ЭС.	Переходный процесс в асинхронном двигателе и обобщенной (комплексной) нагрузки при трехфазном замыкании. Расчет переходного процесса во времени.	2
12	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.4. Метод расчётных кривых при симметричном КЗ.	Замещение элементов схем ЭС в зависимости от требуемой точности расчетов. Основные допущения метода. Расчёт сверхпереходных и ударных токов симметричного КЗ. Расчет переходных процессов ЭС во времени.	2
13	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.5. Моделирование трехфазного КЗ в разветвленных ЭС.	Алгоритм расчета и моделирования переходного процесса при трехфазном КЗ в разветвленных сетях ЭС.	2
14	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.6. Уточнение метода расчетных кривых. Метод спрямленных характеристик при симметричном КЗ.	Расчет сверхпереходных и ударных токов КЗ, расчет периодической и апериодической слагающих тока симметричного КЗ во времени при разной степени обобщения элементов нагрузки. Практические методы расчета трехфазного КЗ в сложной ЭС. Эквивалентные параметры. Метод спрямленных характеристик.	2
15	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.7. Метод типовых кривых при симметричном КЗ.	Основные допущения метода типовых кривых. Расчёт сверхпереходных и ударных токов симметричного КЗ. Расчет переходных процессов ЭС во времени.	2
16	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.8. Расчет и модели-рование переходных про-цессов токов для случая трехфазного замыкания в цепях с номинальным напряжением ниже 1000 В.	Эквивалентирование питающей схемы в расчетах трехфазного КЗ в цепях с напряжением ниже 1000 В. Результирующие параметры схемы замещения. Расчет полного тока КЗ. Тепловой спад тока. Выбор электрооборудования и проводников по условиям сохранения электродинамической стойкости после воздействия КЗ. Матричные методы анализа токов трехфазных КЗ в сложных ЭЭС. Использование ПЭВМ для расчетов режимов симметричных замыканий в ЭС.	2
			Итого за семестр:	**32**
6 семестр				
17	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Тема 3.1. Метод симметрич-ных составляющих.	Продольная и поперечная несимметрия. Основные допущения, применяемые при расчетах несимметричных режимов ЭЭС. Использование метода симметричных составляющих для анализа несимметричных коротких замыканий (НКЗ)..	2

18	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Тема 3.2. Параметры элементов ЭЭС для токов различных последовательностей.	Схемы прямой, обратной и нулевой последовательностей. Алгоритм построения схем различных последовательностей. Влияние параметров электропередачи, синхронных машин и элементов нагрузки на схемы различных последовательностей.	2
19	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Тема 3.3. Моделирование несимметричных замыканий в ЭС.	Однофазное КЗ. Двухфазное КЗ. Двухфазное КЗ на землю. Симметричные составляющие тока и напряжения в точке КЗ. Фазные токи и напряжения. Системы уравнений. Векторные диаграммы режимов НКЗ. Физическое и компьютерное моделирование ПП при несимметричных авариях в ЭС.	2
20	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Тема 3.4. Правило эквива-лентности прямой последо-вательности.	Расчет сверхпереходного режима при несимметричных КЗ. Расчет переходного процесса НКЗ во времени. Метод расчетных кривых – алгоритм расчёта и особенности его применения при НКЗ. Расчет ударного тока несимметричного КЗ. Расчет токов НКЗ в цепях, питаемых источником бесконечной мощности.	2
21	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Тема 4.1. Переходный процесс в нагрузках при несимметричных коротких замыканиях..	Сверхпереходный и ударный ток НКЗ в узлах нагрузки. Синхронные двигатели и компенсаторы при НКЗ. Асинхронные двигатели при НКЗ. Опрокидывание двигателей. Обобщенная нагрузка при несимметричных КЗ. Установившийся режим НКЗ в узлах нагрузки.	2
22	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Тема 4.2. Моделирование простого замыкания.	Однофазное замыкание в электрической системе с изолированной нейтралью. Векторная диаграмма и схема замещения. Критический ток простого КЗ. Компенсированные сети - особенности их расчета. Методы защиты от последствий простого КЗ.	2
23	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Тема 4.3. Моделирование и расчет однократной продольной несимметрии в ЭС.	Разрыв одной фазы. Разрыв двух фаз. Несимметрия от включения сопротивлений. Правило эквивалентности прямой последовательности. Комплексная схема замещения. Метод расчетных кривых при НКЗ и обрывах в ЭС.	2
24	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Тема 4.4. Моделирование и расчет электромагнитных ПП при несимметричных авари-ях в ЭС.	Метод типовых кривых при НКЗ и обрывах в ЭС. Компьютерное моделирование ПП при продольной несимметрии в ЭС. Матричные методы анализа токов НКЗ в сложных ЭЭС. Использование промышленных программных пакетов на ПЭВМ в задачах расчета НКЗ и обрывов фаз.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**48**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Моделирование и расчет переходных процессов при трехфазных КЗ на стороне выше 1000 В.	Виды и особенности электромагнитных пе-реходных процессов в электрической систе-ме. Переходные процессы при симметрич-ных нарушениях работы ЭС.	2
2	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Моделирование и расчет переходных процессов при трехфазных КЗ на стороне выше 1000 В.	Метод расчётных кривых для анализа сим-метричных КЗ в сложных ЭС. Допущения метода. Составление схем замещения ре-жимов короткого замыкания (КЗ). Учет ко-эффициентов трансформации. Построение графика переходного процесса во времени. Физическое моделирование ПП на лабора-торном стенде.	2
3	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Расчет ударного тока КЗ в раз-ветвленной ЭС.	Построение векторных диаграмм режимов симметричного КЗ. Расчет установившегося и сверхпереходного режимов симметричного КЗ.	2
4	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Расчет ударного тока КЗ в раз-ветвленной ЭС.	Алгоритм расчета ударного тока трехфазно-го КЗ. Моделирование расчетов в среде Mathcad.	2
5	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Моделирование симметричных ПП в сложной ЭС с помощью метода типовых кривых.	Метод типовых кривых для анализа симметричных КЗ в сложных ЭС. Допущения метода.	2
6	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Моделирование симметричных ПП в сложной ЭС с помощью метода типовых кривых.	Схемы замещения. По-строение графика переходного процес-са во времени. Моде-лирование ПП в среде Mathcad.	2

7	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Моделирование и расчет переходных процессов при трехфазных КЗ на стороне ниже 1000 В.	Расчет тока трехфазного КЗ в цепи, питае-мой источником бесконечной мощности (ИБМ). Вынужденная и свободная состав-ляющие тока КЗ.	2
8	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Моделирование и расчет переходных процессов при трехфазных КЗ на стороне ниже 1000 В.	Апериодическая слагающая тока КЗ. Расчет ударного тока КЗ. Полный ток КЗ. Выбор электрооборудования и проводников по условиям сохранения электродинамической стойкости после воздействия КЗ на стороне ниже 1000 В. Моделирование в среде Mathcad.	2
			Итого за семестр:	**16**
		6 семестр		
9	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Моделирование и расчет режимов несимметричных коротких замыканий в ЭС на стороне выше 1000 В.	Моделирование переходного процесса после несимметричного короткого замыкания (НКЗ) в ЭС. Метод симметричных составляющих. Метод фазных координат. Составление комплексных схем замещения.	2
10	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Моделирование и расчет режимов несимметричных коротких замыканий в ЭС на стороне выше 1000 В.	Практические методы анализа несимметрич-ных переходных процессов в ЭС. Метод расчетных кривых при НКЗ. Сравнение тя-жести аварий. Моделирование в среде Mathcad.	2
11	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Моделирование и расчет ре-жимов продольной несимметрии в ЭС.	Обрыв одной и двух фаз. Построение век-торных диаграмм. Составление комплексных схем замещения. Расчет сверхпереходного и ударного токов НКЗ.	2
12	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Моделирование и расчет режимов продольной несимметрии в ЭС.	Моделирование и расчет на ПЭВМ токораспределения для случаев продольной несимметрии в ЭС (метод расчетных кривых).	2
13	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Моделирование ПП при несимметричных авариях в сложной ЭС с помощью метода типовых кривых.	Составление схем замещения различных последовательностей.	2

14	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Моделирование ПП при несимметричных авариях в сложной ЭС с помощью метода типовых кривых.	Моделирование и расчет на ПЭВМ токорас-пределения при несимметричных авариях в ЭС (метод типовых кривых).	2
15	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Моделирование и расчет ре-жимов простого замыкания и несимметричных коротких замыканий в ЭС на стороне ниже 1000 В.	Особенности расчета простого замыкания в ЭС. Векторная диаграмма и схема замеще-ния. Критический ток простого КЗ.	2
16	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Моделирование и расчет ре-жимов простого замыкания и несимметричных коротких замыканий в ЭС на стороне ниже 1000 В.	Компенсированные сети - особенности их расчета. Расчет несимметричного короткого замыкания в ЭС на стороне ниже 1000 В. Моделирование в среде Mathcad.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**32**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
5 семестр				
1	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.1 Схемы замещения (СЗ) отдельных элементов системы в расчетах КЗ.	Параметры ЛЭП, генераторов и нагрузки в расчетах КЗ. Использование систем относительных и именованных единиц в расчетах переходных процессов.	2
2	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.2 Приведение параметров элементов схемы замещения ЭС к одной ступени напряжения.	Вывод типовых формул. Расчетные условия. Составление расчетных схем для анализа трехфазного замыкания в ЭС. Преобразование схем замещения. Расчет параметров СЗ.	2

3	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.3 Внезапное трехфазное короткое замыкание в ЭС с источником бесконечной мощности (ИБМ).	Источник бесконечной мощности (ИБМ). Построение векторных диаграмм. Периодическая и апериодическая составляющие тока КЗ. Полный ток КЗ. Алгоритм расчета ударного тока трехфазного КЗ. Аналитический метод расчета режимов трехфазного КЗ	2
4	Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Тема 1.4 Аналитический метод расчета режимов трехфазного КЗ в ЭС с источником конечной мощности.	Трехфазное КЗ на стороне выше 1000 В. Сравнение реактивностей синхронной машины. Сверхпереходный и установившийся режим. Влияние на режим КЗ системы АРВ генератора. Ударный ток КЗ.	2
5	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.1 Метод расчётных кривых для анализа симметричных КЗ.	Алгоритм метода. Основные допущения. Расчетные выражения. Построение графика переходного процесса во времени.	2
6	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.2 Расчет ударного тока симметричного КЗ. Метод типовых кривых для анализа симметричных КЗ.	Анализ симметричного КЗ в разветвленной схеме ЭС. Вынужденная и свободная составляющие тока КЗ. Апериодическая слагающая тока КЗ. Расчет ударного тока КЗ. . Метод типовых кривых. Алгоритм метода. Основные допущения. расчетные выражения.	2
7	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.3 Аналитический метод расчета режимов трехфазного КЗ на стороне ниже 1000 В.	Расчет тока трехфазного КЗ в цепи, питаемой источником бесконечной мощности (ИБМ). Расчет ударного тока КЗ. Выбор электрооборудования и проводников по условиям сохранения электродинамической стойкости после воздействия КЗ на стороне ниже 1000 В.	2
8	Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Тема 2.4 Учет подпитки места КЗ со стороны узлов нагрузки.	Учет подпитки тока КЗ со стороны элементов нагрузки. Синхронный и асинхронный двигатели. Синхронный компенсатор. Обобщенная нагрузка. Применение современного программного обеспечения в расчетах КЗ для задач управления и проектирования ЭС.	2
			Итого за семестр:	**16**
6 семестр				
9	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Тема 3.1 Методы расчета и анализа режимов несимметричных КЗ и обрывов.	Метод симметричных составляющих. Расчетные условия и допущения при расчетах НКЗ. Составление расчетных схем замещения для режимов несимметричных замыканий в ЭС. Метод фазных координат. Практические методы анализа несимметричных переходных процессов в ЭС.	2

10	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в электрической системе.	Тема 3.2 Составление схем замещения различных последовательностей.	Параметры ЛЭП, генераторов и нагрузки в расчетах несимметричных ПП. Влияние трансформаторов на протекание токов нулевой последовательности. Составление схем прямой, обратной и нулевой последовательностей. Преобразование схем замещения.	2
11	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в электрической системе.	Тема 3.3 Построение векторных диаграмм режимов несимметрии в ЭС.	Построение векторных диаграмм токов и напряжений для случаев однофазного, двухфазного и двухфазного КЗ на землю. Комплексные СЗ для различных видов НКЗ. Неметаллическое КЗ в ЭС.	2
12	Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в электрической системе.	Тема 3.4 Правило эквивалентности прямой последовательности.	Аварийный шунт. Расчет токов несимметричного КЗ для сверхпереходного и установившегося режимов. Расчет ударного тока НКЗ. Учет влияния подпитки места НКЗ со стороны элементов нагрузки.	2
13	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Тема 4.1 Методы расчета и анализа ПП при несимметричных авариях в сложной ЭС.	Метод расчётных кривых для анализа несимметричных КЗ в сложных ЭЭС. Анализ влияния регулирования возбуждения на ПП. Построение графика переходного процесса во времени. Расчет на ПЭВМ токораспределения при несимметричных КЗ в ЭС (метод типовых кривых).	2
14	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Тема 4.2 Расчет токов НКЗ в ЭС на стороне ниже 1000 В.	Расчет несимметричного короткого замыкания в ЭС на стороне ниже 1000 В.	2
15	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Тема 4.3 Расчет режимов простого замыкания в ЭС.	Расчет однофазного замыкания в электрической системе с изолированной нейтралью. Векторная диаграмма и схема замещения. Критический ток простого КЗ. Компенсированные сети - особенности их расчета.	2
16	Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Тема 4.4 Расчет режимов ЭС при продольной несимметрии.	Расчеты обрывов фаз. Векторные диаграммы. Комплексные схемы замещения. Расчеты ПП по методу расчетных кривых и типовых кривых. Применение современного программного обеспечения в задачах расчета несимметричных аварий.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**32**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
5 семестр			
Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Написание рефератов	Изучение теоретических сведений по темам раздела 1 дисциплины.	4
Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Подготовка к лабораторным работам	Изучение материала и подготовка к защите отчетов по лабораторным работам раздела 1.	8
Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).	Подготовка к практическим занятиям	Подготовка к решению контрольных задач на практических занятиях раздела 1	8
Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Написание рефератов	Изучение теоретических сведений по темам раздела 2 дисциплины.	5
Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Подготовка к лабораторным работам	Изучение материала и подготовка к защите отчетов по лабораторным работам раздела 2	8
Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.	Подготовка к практическим занятиям	Подготовка к решению контрольных задач на практических занятиях раздела 2, подготовка к сдаче зачета.	8
		Итого за семестр:	**41**
6 семестр			
Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Написание рефератов	Изучение теоретических сведений по темам раздела 3 дисциплины.	2
Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Подготовка к лабораторным работам	Изучение материала и подготовка к защите отчетов по лабораторным работам раздела 3.	4

Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.	Подготовка к практическим занятиям	Подготовка к решению контрольных задач на практических занятиях раздела 3	4
Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Написание рефератов	Изучение теоретических сведений по темам раздела 4 дисциплины.	3
Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Подготовка к лабораторным работам	Изучение материала и подготовка к защите отчетов по лабораторным работам раздела 4.	4
Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.	Подготовка к практическим занятиям	Подготовка к решению контрольных задач на практических занятиях раздела 4, подготовка к сдаче экзамена.	4
		Итого за семестр:	**21**
		Итого:	**62**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Крючков, И.П. Переходные процессы в электроэнергетических системах : Учеб.пособие / И.П.Крючков,В.А.Старшинов,Ю.П.Гусев,М.В.Пираторов.- М., МЭИ, 2008.- 414 с.	Книжный фонд
2	Планирование режимов работы электроэнергетических систем : учебное пособие / А. С. Ведерников [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т, Автоматизированные электроэнергетические системы.- Самара, 2016.- 193 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||3809	Электронный ресурс
3	Сенько, В.В. Несимметричные электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах : учебное пособие / В. В. Сенько; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2015.- 54 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2650	Электронный ресурс
4	Справочник по проектированию электрических сетей / ред. Д. Л. Файбисович .- 3-е изд.,перераб.и доп..- М., ЭНАС, 2009.- 390 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Office 2007 Open License Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
3	Пакет компьютерной алгебры Mathcad, вер. 14	PTC (Parametric Technology Corporation) (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.	http://www.sciencedirect.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
2	Scopus - база данных рефератов и цитирования	http://www.scopus.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
3	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
4	РОСПАТЕНТ	http://www1.fips.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
5	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
6	Электронная библиотека изданий СамГТУ	http://irbis.samgtu.local/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe	Российские базы данных ограниченного доступа
7	Журнал Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки».	http://vestnik-teh.samgtu.ru/	Ресурсы открытого доступа
8	ТехЛит.ру	http://www.tehlit.ru/	Ресурсы открытого доступа
9	Консультант плюс	http://www.consultant.ru	Ресурсы открытого доступа

10	Электронная библиотека трудов сотрудников СамГТУ	http://lib.samgtu.ru	Ресурсы открытого доступа

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

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Практические занятия

Практические занятия проводятся в компьютерных классах (ауд. № 226б, №223, корпус 1) с установленным лицензионным программным обеспечением.

Лабораторные занятия

Аудитория (№ 118, корпус 1) для лабораторных занятий укомплектована 4 лабораторными стендами МЭС-03 «Исследование переходных режимов электроэнергетической системы». Часть лабораторных занятий проводятся в компьютерных классах (ауд. № 226б, №223, корпус 1) с установленным лицензионным программным обеспечением.

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интеренет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки, ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10);
- компьютерные классы (ауд. 208, 210 корпус № 8).

КСР проводятся, в том числе, с применением средств электронной почты и электронной среды университета СамГТУ.

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки

из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.04.07 «Электромагнитные переходные процессы в электрических системах»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.04.07 «Электромагнитные переходные процессы в электрических системах»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроэнергетические системы и сети
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2025
Институт / факультет	Электротехнический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Автоматизированные электроэнергетические системы"
Кафедра-разработчик	кафедра "Автоматизированные электроэнергетические системы"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	216 / 6
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-2 способность к инженерно-техническому сопровождению деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций	ПК-2.2 Выполняет расчеты электрических режимов электрооборудования подстанций и электроэнергетических систем	Владеть методами расчета переходных процессов в аварийных ситуациях и оценки нормативных возмущений на устойчивость электроэнергетической системы.
			Знать методы расчета нормальных, аварийных и послеаварийных электрических режимов в электрических сетях.
			Уметь выбирать методы расчета электромагнитных и электромеханических переходных процессов в аварийных режимах, оценивать устойчивость работы электроэнергетической системы.
		ПК-2.3 Обосновывает выбор параметров электрооборудования подстанций и электрической сети, учитывая технические ограничения	Знать Технические ограничения при реализации на практике энергосберегающих мероприятий

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Анализ переходных процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической системе (ЭС).				
ПК-2.2 Выполняет расчеты электрических режимов электрооборудования подстанций и электроэнергетических систем	**Знать** методы расчета нормальных, аварийных и послеаварийных электрических режимов в электрических сетях.	экзаменационные билеты	Нет	Да

	Уметь выбирать методы расчета электромагнитных и электромеханических переходных процессов в аварийных режимах, оценивать устойчивость работы электроэнергетической системы.	экзаменационные билеты	Нет	Да
	Владеть методами расчета переходных процессов в аварийных ситуациях и оценки нормативных возмущений на устойчивость электроэнергетической системы.	экзаменационные билеты	Нет	Да
ПК-2.3 Обосновывает выбор параметров электрооборудования подстанций и электрической сети, учитывая технические ограничения	**Знать** Технические ограничения при реализации на практике энергосберегающих мероприятий			
Практические методы расчета и моделирования трехфазных корот-ких замыканий в ЭС.				
ПК-2.2 Выполняет расчеты электрических режимов электрооборудования подстанций и электроэнергетических систем	**Уметь** выбирать методы расчета электромагнитных и электромеханических переходных процессов в аварийных режимах, оценивать устойчивость работы электроэнергетической системы.	экзаменационные билеты	Нет	Да
	Владеть методами расчета переходных процессов в аварийных ситуациях и оценки нормативных возмущений на устойчивость электроэнергетической системы.	экзаменационные билеты	Нет	Да
	Знать методы расчета нормальных, аварийных и послеаварийных электрических режимов в электрических сетях.	экзаменационные билеты	Нет	Да
ПК-2.3 Обосновывает выбор параметров электрооборудования подстанций и электрической сети, учитывая технические ограничения	**Знать** Технические ограничения при реализации на практике энергосберегающих мероприятий			
Анализ переходных процессов при несимметричных авариях в элек-трической системе.				
ПК-2.2 Выполняет расчеты электрических режимов электрооборудования подстанций и электроэнергетических систем	**Уметь** выбирать методы расчета электромагнитных и электромеханических переходных процессов в аварийных режимах, оценивать устойчивость работы электроэнергетической системы.	экзаменационные билеты	Нет	Да
	Владеть методами расчета переходных процессов в аварийных ситуациях и оценки нормативных возмущений на устойчивость электроэнергетической системы.	экзаменационные билеты	Нет	Да
	Знать методы расчета нормальных, аварийных и послеаварийных электрических режимов в электрических сетях.	экзаменационные билеты	Нет	Да
ПК-2.3 Обосновывает выбор параметров электрооборудования подстанций и электрической сети, учитывая технические ограничения	**Знать** Технические ограничения при реализации на практике энергосберегающих мероприятий			
Практические методы расчета и моделирования несимметричных аварий в ЭС.				

ПК-2.2 Выполняет расчеты электрических режимов электрооборудования подстанций и электроэнергетических систем	**Знать** методы расчета нормальных, аварийных и послеаварийных электрических режимов в электрических сетях.	экзаменационные билеты	Нет	Да
	Уметь выбирать методы расчета электромагнитных и электромеханических переходных процессов в аварийных режимах, оценивать устойчивость работы электроэнергетической системы.	экзаменационные билеты	Нет	Да
	Владеть методами расчета переходных процессов в аварийных ситуациях и оценки нормативных возмущений на устойчивость электроэнергетической системы.	экзаменационные билеты	Нет	Да
ПК-2.3 Обосновывает выбор параметров электрооборудования подстанций и электрической сети, учитывая технические ограничения	**Знать** Технические ограничения при реализации на практике энергосберегающих мероприятий			

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

2.1. Формы текущего контроля успеваемости

2.1.1. Пример задания на контрольные работы к практическим занятиям

Вариант 1

Схема 1

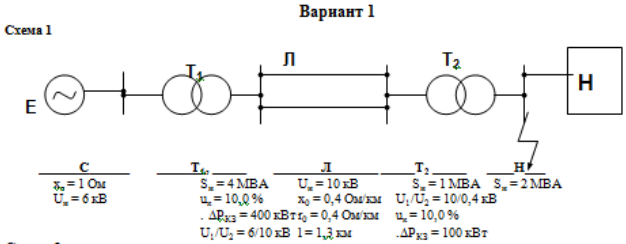
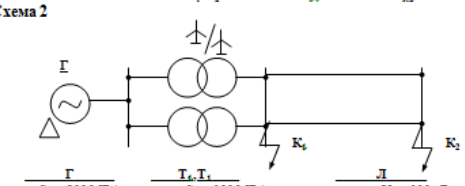


Схема 2



Раздел 1

1) Вывести типовые формулы (схема 1 и 2) для расчетов режимов КЗ.
2) По заданной схеме составить эквивалентную схему и рассчитать параметры схемы замещения для расчета тока КЗ. Свернуть схему к расчётному виду.
3) Рассчитать сверхпереходный и ударный токи трёхфазного короткого замыкания в заданных точках КЗ (схема 2).
4) Построить график полного тока трёхфазного КЗ в простейшей трехфазной цепи, питаемой источником бесконечной мощности (схема 1) для всех трех фаз. Свободный угол КЗ задает преподаватель.

Раздел 2

1) Рассчитать в схеме 2 практическим методом сверхпереходный ток трехфазного КЗ (вид метода расчета устанавливает преподаватель). Систему АРВ генератора не учитывать.
2) Рассчитать установившийся ток трехфазного КЗ в заданных точках КЗ (схема 2) без учёта влияния системы АРВ (вид метода расчета устанавливает преподаватель).
3) Рассчитать в схеме 2 практическим методом ударный ток КЗ.
4) Рассчитать установившийся ток трехфазного КЗ в заданных точках КЗ (схема 2). Систему АРВ генератора учитывать.

Раздел 3

1) Построить схемы различных последовательностей для расчета несимметричного короткого замыкания (НКЗ). Конструкцию магнитопровода трансформаторов устанавливает преподаватель (схема 2).
2) Рассчитать установившийся ток в заданных точках при НКЗ (схема 2) без учёта влияния системы АРВ (вид НКЗ устанавливает преподаватель).
3) Оценить самое опасное КЗ по коэффициенту тяжести аварии в схеме 2 для точки К1 (К2).
4) Построить векторную диаграмму токов (напряжений) для случая однофазного КЗ в точке К2.
5) Построить комплексную схему замещения (вид НКЗ задает преподаватель).

Раздел 4

1) Рассчитать простое замыкание и оценить необходимость его компенсации (схема 1).
2) Рассчитать ток однофазного короткого замыкания на стороне 0.4 кВ для выбора оборудования в схеме 1.

3) Рассчитать обрыв фаз в точках ЭС (схема 2).
4) Составить комплексные схемы замещения для продольной несимметрии.
5) Рассчитать сложный вид несимметрии в схеме 2 в заданных точках ЭС.

2.1.2. Вопросы к защите лабораторных работ

1. Базовые понятия дисциплины. Элементы электрической цепи и ее топология.
2. Моделирование электромагнитных переходных процессов в ЭС.
3. Математическая модель переходного режима электрической сети.
4. Виды и особенности электромагнитных переходных процессов в электрической системе.
5. Переходные процессы при симметричных нарушениях работы ЭС.
6. Метод расчётных кривых для анализа симметричных КЗ в сложных ЭС. Допущения метода.
7. Составление схем замещения режимов короткого замыкания (КЗ). Учет коэффициентов трансформации.
8. Построение графика переходного процесса во времени. Физическое моделирование ПП на лабораторном стенде.
9. Построение векторных диаграмм режимов симметричного КЗ.
10. Расчет установившегося и сверхпереходного режимов симметричного КЗ.
11. Алгоритм расчета ударного тока трехфазного КЗ. Моделирование расчетов в среде Mathcad.
12. Метод типовых кривых для анализа симметричных КЗ в сложных ЭС. Допущения метода.
13. Схемы замещения для анализа симметричных КЗ. Построение графика переходного процесса во времени. Моделирование ПП в среде Mathcad.
14. Расчет тока трехфазного КЗ в цепи, питаемой источником бесконечной мощности (ИБМ).
15. Вынужденная и свободная составляющие тока КЗ. Апериодическая слагающая тока КЗ.
16. Расчет ударного тока КЗ. Полный ток КЗ.
17. Выбор электрооборудования и проводников по условиям сохранения электродинамической стойкости после воздействия КЗ на стороне ниже 1000 В. Моделирование в среде Mathcad.
18. Моделирование переходного процесса после несимметричного короткого замыкания (НКЗ) в ЭС. Метод симметричных составляющих.
19. Моделирование переходного процесса после несимметричного короткого замыкания (НКЗ) в ЭС. Метод фазных координат.
20. Составление комплексных схем замещения.
21. Практические методы анализа несимметричных переходных процессов в ЭС. Метод расчетных кривых при НКЗ.
22. Сравнение тяжести аварий. Моделирование в среде Mathcad.
23. Обрыв одной и двух фаз. Построение векторных диаграмм. Составление комплексных схем замещения.
24. Расчет сверхпереходного и ударного токов НКЗ.
25. Моделирование и расчет на ПЭВМ токораспределения для случаев продольной несимметрии в ЭС (метод расчетных кривых).
26. Составление схем замещения различных последовательностей для случаев продольной несимметрии в ЭС.
27. Моделирование и расчет на ПЭВМ токораспределения при несимметричных авариях в ЭС (метод типовых кривых).
28. Особенности расчета простого замыкания в ЭС. Векторная диаграмма и схема замещения.
29. Критический ток простого КЗ. Компенсированные сети - особенности их расчета.
30. Расчет несимметричного короткого замыкания в ЭС на стороне ниже 1000 В. Моделирование в среде Mathcad.
31. Математическое и алгоритмическое обеспечение задач расчета токов КЗ.
32. Преимущества использования теории графов и матричных методов для анализа и расчета переходных режимов электроэнергетической системы (ЭЭС).
33. Уравнения установившихся режимов (УУР) цепей переменного тока. Матричная форма уравнений состояния сети по законам Кирхгофа.
34. Закон Ома в матричной форме. Метод узловых напряжений и метод контурных токов – сравнение алгоритмов.
35. Уравнения режима электрической сети по методу контурных токов. Матричная форма уравнений. Алгоритм расчета режима.
36. Расчет режимов КЗ в электрической сети с помощью матрицы коэффициентов распределения. Базовые формулы и алгоритм расчета.
37. Расчет режима электрической сети с помощью метода узловых напряжений. Базовые формулы и алгоритм расчета.
38. Виды электромагнитных связей в электрических цепях. Взаимная индукция. Комплексная форма записи УУР.

39. Схемы замещения элементов ЭЭС в задачах расчета режимов КЗ. Особенности их составления в расчетах, выполняемых на ЭВМ.
40. Применение табличных структур в задачах расчета режимов КЗ в электрических сетях.
41. Математические модели в задачах расчета режимов КЗ и их алгоритмическая реализация.
42. Алгоритмы методов анализа волновых процессов в ЭЭС.
43. Развитие математических моделей, алгоритмов и методов решения задач управления режимами работы ЭС.
44. Алгоритмы и математические модели в задачах проектирования электрических систем.

2.1.3. Примерный перечень вопросов к зачету (5 семестр) по дисциплине

1. Анализ переходных процессов в электрических системах (ЭС). Виды и особенности переходных процессов (ПП). Причины возникновения ПП и их следствия.
2. Электромагнитные переходные процессы в ЭС. Базовые определения.
3. Основные режимы ЭС. Виды аварий в электрических системах.
4. Назначения расчетов электромагнитных ПП и требования к ним. Основные допущения и расчетные условия.
5. Системы единиц – относительные и именованные.Представление отдельных элементов в расчетных схемах для анализа ПП.
6. Эквивалентирование параметров ЭЭС и схемы замещения (СЗ), применяемые в задачах расчета коротких замыканий (КЗ).
7. Типовые формулы для расчетов режимов КЗ с номинальным напряжением ниже 1000 В.
8. Точный и приближенный учет коэффициентов трансформации.
9. Использование систем относительных единиц в расчетах переходных процессов.
10. Приведение параметров элементов СЗ к одной ступени напряжения в расчетах токов КЗ.
11. Типовые формулы для расчетов аварийных режимов ЭЭС, произошедших на шинах с номинальным напряжением выше 1000 В. Вывод типовых формул.
12. Преобразование схем замещения. Свертывание и развертывание расчетных схем ЭЭС в задачах анализа КЗ. Типовые формулы.
13. Принцип наложения. Упрощающие приемы преобразования схем замещения сложных ЭС. Ток КЗ свернутой схемы.
14. Трехфазное короткое замыкание (КЗ)в неразветвленной цепи, питаемой источником бесконечной мощности (ИБМ). Постановка задачи.
15. Действующие значения полных величин тока трехфазного КЗ и их отдельных слагающих.Вынужденная и свободная составляющие трехфазного тока КЗ.
16. Сверхпереходный ток трехфазного КЗ. Установившийся режим КЗ и его параметры, Алгоритмы расчета сверхпереходного, ударного и установившегося тока КЗ.
17. Ударный ток КЗ. Полный ток КЗ – мгновенное и действующее значения.
18. Расчет эквивалентной постоянной времени.
19. Расчет тока трехфазного КЗ для произвольного момента времени. Методы их точного и приближенного расчета.
20. Синхронный генератор: конструкция, магнитная система и векторная диаграмма нормального режима.
21. Синхронный генератор в начальный момент трехфазного КЗ. Векторная диаграмма. Схемы замещения синхронной машины (СМ). Сравнение реактивностей СМ.
22. Синхронные, переходные и сверхпереходные параметры генератора.
23. Переходный и сверхпереходный режимы трехфазного КЗ. Практический расчет начального сверхпереходного и ударного тока КЗ.
24. Установившийся режим трехфазного КЗ синхронного генератора. Расчет при отсутствии автоматического регулирования возбуждения (АРВ).Учет влияния регулирования СГ.
25. Уравнения электромагнитного переходного процесса синхронной машины. Обобщенный вектор трехфазной системы.
26. Форсировка возбуждения СМ. Основные виды систем АРВ синхронного генератора и их влияние на режимы КЗ.
27. Внезапное короткое замыкание синхронной машины без демпферных обмоток.Влияние и приближенный учет демпферных обмоток на переходный процесс в СМ.
28. Синхронный двигатель (СД) и компенсатор: основные параметры и характеристики. Переходные процессы в СД (СК) при трехфазном КЗ.
29. Сверхпереходный и установившийся токи КЗ в асинхронном двигателе (АД). Апериодическая слагающая тока КЗ. Расчет переходного процесса во времени.
30. Обобщенная нагрузка и ее характеристики. Затухание периодической и апериодической слагающих тока трехфазных КЗ в обобщенной нагрузке.

31. Практические методы расчета симметричных аварий в ЭС. Постановка задачи и основные допущения.
32. Методы расчета переходных процессов при трехфазных КЗ в разветвленных сетях выше 1000 В. Приближенный учет системы.
33. Метод расчетных кривых. Допущения и алгоритм расчета. Анализ переходных процессов на ПЭВМ.
34. Определение ударных токов трехфазных КЗ в сложных сетях.
35. Расчет сверхпереходных и ударных токов трехфазных КЗ, при разной степени обобщения элементов нагрузки. Эквивалентные параметры нагрузки.
36. Расчет режима трехфазного КЗ в цепях с номинальным напряжением ниже 1000 В. Алгоритм расчета.
37. Расчет полного тока симметричного КЗ в цепях с напряжением ниже 1000 В. Тепловой спад тока. Ударный ток КЗ.
38. Выбор электрооборудования и проводников ЭС по условиям сохранения электродинамической стойкости после воздействия КЗ.
39. Матричные методы расчета симметричных коротких замыканий в сложных ЭС. Перспективы развития.
40. Современное программное обеспечение по расчету симметричных коротких замыканий в ЭЭС.

2.1.4. Примерный перечень вопросов к экзамену (6 семестр) по дисциплине

1. Анализ переходных процессов в электрических системах (ЭС). Причины возникновения и следствия. Виды и особенности переходных процессов (ПП).
2. Виды аварий в ЭС. Назначения расчетов ПП и требования к ним. Основные допущения и расчетные условия.
3. Понятия о системах единиц. Представление отдельных элементов в расчетных схемах для анализа ПП.
4. Схемы замещения (СЗ) электроэнергетической системы. Виды эквивалентирования элементов ЭС при анализе несимметричных аварий.
5. Вывод типовых формул для расчетов режимов короткого замыкания (КЗ) с номинальным напряжением на стороне выше и ниже 1000 В.
6. Преобразование схем замещения. Свертывание и развертывание расчетных схем. Точный и приближенный учет коэффициентов трансформации. Упрощающие приемы.
7. Ударный ток КЗ. Полный ток КЗ – мгновенное и действующее значения. Действующее значения сверхпереходного, ударного и установившегося тока.
8. Расчет тока трехфазного КЗ в сложной схеме для произвольного момента времени. Методы их точного и приближенного расчета.
9. Синхронный генератор: магнитная система и векторная диаграмма. Синхронный генератор в первый момент трехфазного и несимметричного КЗ.
10. Переходный процесс в синхронном генераторе при коротком замыкании. Учет влияния регулирования возбуждения генератора на режимы КЗ.
11. Синхронный двигатель (СД) и компенсатор: основные параметры и характеристики. Переходные процессы в СД (СК) при коротком замыкании.
12. Сверхпереходный и установившийся токи КЗ в асинхронном двигателе (АД). Апериодическая слагающая тока КЗ. Расчет переходного процесса во времени.
13. Практические методы расчета переходных процессов при трехфазных КЗ в разветвленных сетях выше 1000 В. Основные допущения.
14. Метод расчетных кривых. Расчёт сверхпереходных и ударных токов трехфазных КЗ в сложных сетях. Алгоритм расчета.
15. Метод типовых кривых. Алгоритм расчета переходных режимов трехфазных КЗ в сложных электрических сетях.
16. Расчет полного тока симметричного КЗ в цепях с напряжением ниже 1000 В. Тепловой спад тока. Ударный ток КЗ.
17. Классификация несимметричных аварий в ЭС. Основные допущения, применяемые при расчетах несимметричных КЗ.
18. Метод симметричных составляющих. Системы уравнений несимметричных КЗ (НКЗ).
19. Схемы прямой и обратной последовательностей - правила построения.
20. Параметры воздушных и кабельных линий для токов различных последовательностей.

21. Параметры СМ и элементов нагрузки для токов различных последовательностей. Схема замещения нулевой последовательности – правила построения.
22. Влияние конструкции магнитопровода и групп соединения силовых трансформаторов на схемы нулевой последовательности.
23. Комплексные схемы замещения режимов ЭС и их назначение в практических расчетах режимов НКЗ и обрывов.
24. Виды несимметричных замыканий в ЭС. Векторные диаграммы. Комплексные схемы замещения. Правило эквивалентности прямой последовательности
25. Однофазное КЗ. Симметричные составляющие тока и напряжения в точке КЗ. Расчет. Фазные токи и напряжения. Векторная диаграмма. Расчет.
26. Двухфазное КЗ. Симметричные составляющие тока и напряжения в точке КЗ. Фазные токи и напряжения. Векторная диаграмма. Расчет.
27. Двухфазное КЗ на землю. Симметричные составляющие тока и напряжения в точке КЗ. Фазные токи и напряжения. Векторная диаграмма. Расчет.
28. Распределение и трансформация симметричных составляющих тока и напряжения. Фазные токи и напряжения в разных точках схемы. Ударный ток НКЗ.
29. Правило эквивалентности прямой последовательности. Типовые формулы.
30. Сравнение по тяжести различных видов коротких замыканий в ЭС.
31. Синхронные двигатели и компенсаторы при несимметричных КЗ. Сверхпереходный и ударный в узлах нагрузки. Асинхронные двигатели при НКЗ.
32. Расчет переходного процесса НКЗ в электроэнергетических системах. Метод расчетных кривых. Алгоритм расчёта переходных процессов при НКЗ.
33. Несимметричные КЗ в системах, питаемых источником бесконечной мощности (на стороне ниже 1000 В). Алгоритм расчета.
34. Однофазное замыкание в ЭС с изолированной нейтралью. Векторная диаграмма и схема замещения. Емкостной ток и его компенсация.
35. Критический ток простого КЗ. Компенсационные устройства и компенсированные сети, особенности их расчета. Методы защиты от последствий простого КЗ.
36. Сравнение и анализ методов расчета режимов симметричных коротких замыканий в сложнозамкнутой ЭС.
37. Современные методы расчетов режимов несимметричных электромагнитных переходных процессов в сложнозамкнутой ЭС. Метод фазных координат.
38. Матричные методы расчетов режимов коротких замыканий в сложной ЭЭС. Алгоритмы расчетов режимов КЗ на ПЭВМ.
39. Использование промышленных программных пакетов для анализа электромагнитных переходных процессов при проектировании электрических систем.
40. Использование промышленных программных пакетов для анализа электромагнитных переходных процессов в задачах оперативного управления ЭС.

Тесты по компетенциям

Дисциплина Б1.В.04.07 «Электромагнитные переходные процессы в электрических системах»
Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электроэнергетические системы и сети»

№	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
ПК-2 способность к инженернотехническому сопровождению деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций				
1	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Электромагнитный переходный процесс в электрической системе представляет собой... А) Изменение токов и напряжений при переходе от одного установившегося режима к другому после возмущения Б) Только процесс нагрева проводников при длительной нагрузке В) Исключительно механическое вращение ротора генератора Г) Плановое отключение оборудования по графику	А	Основные понятия и определения дисциплины	5
2	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Основное достоинство системы относительных единиц состоит в том, что она... А) Используется только для сетей до 1 кВ Б) Упрощает сравнение параметров элементов разных ступеней напряжения В) Исключает необходимость учитывать сопротивления Г) Применяется только для активных мощностей	Б	Системы единиц – относительные и именованные	5
3	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** При приведении сопротивления элемента к другой ступени напряжения в именованных единицах используют соотношение... А) Z' = Z · (U1/U2) Б) Z' = Z · (I2/I1)^2 В) Z' = Z · (U2/U1)^2 Г) Z' = Z / (U2/U1)^2	В	Приведение параметров элементов схемы замещения ЭЭС к одной ступени напряжения	5
4	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** **Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** При составлении схемы замещения для расчета короткого замыкания элементы сети обычно заменяют... А) ЭДС источников и их эквивалентными сопротивлениями Б) Только активными сопротивлениями нагрузок В) Идеальными выключателями без параметров Г) Механическими характеристиками приводов	А	Схемы замещения режимов КЗ – правила со-ставления. Преобразование схем замещения	5

5	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** При трехфазном коротком замыкании в цепи, питаемой источником бесконечной мощности, в расчетах принимают, что напряжение источника... А) Линейно уменьшается до нуля до аварии Б) Зависит только от сопротивления нагрузки В) Определяется частотой вращения двигателя Г) Остается неизменным по величине	Г	Трехфазное короткое замыкание в цепи, питаемой источником бесконечной мощности	5
6	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Особенность короткого замыкания при источнике конечной мощности состоит в том, что... А) Ток короткого замыкания не зависит от параметров источника Б) Величина тока определяется внутренним сопротивлением источника и ослаблением напряжения В) Напряжение в точке повреждения остается номинальным Г) Расчет возможен без схемы замещения	Б	Трехфазное короткое замыкание в цепи, питаемой источником конечной мощности	5
7	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Какой вид короткого замыкания в трехфазной сети обычно вызывает наибольший ток? А) Трехфазное короткое замыкание Б) Обрыв одной фазы В) Однофазная неполнофазность без замыкания Г) Устойчивое снижение нагрузки	А	Режимы короткого замыкания в ЭС	5
8	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Автоматическое регулирование возбуждения генератора при коротком замыкании обычно приводит к... А) Полному исчезновению тока короткого замыкания Б) Снижению электромагнитной энергии ротора до нуля В) Поддержанию напряжения и увеличению подпитки места короткого замыкания Г) Уменьшению частоты сети независимо от режима	В	Влияние регулирование возбуждения генератора на режимы короткого замыкания в ЭС	5
9	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Ударный ток короткого замыкания отличается от действующего значения периодической составляющей тем, что... А) Определяется только активной мощностью нагрузки Б) Учитывает наложение апериодической составляющей и максимальное мгновенное значение тока В) Равен среднему току за период Г) Существует только в цепях постоянного тока	Б	Ударный ток КЗ в ЭС	5

10	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** В первые моменты симметричного короткого замыкания синхронный двигатель... А) Мгновенно прекращает электромагнитное взаимодействие Б) Работает как идеальная активная нагрузка В) Не влияет на ток короткого замыкания Г) Может подпитывать место повреждения как источник энергии	Г	Переходный процесс в синхронном двигателе при симметричном коротком замыкании	5
11	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** При моделировании переходного процесса в узлах нагрузки существенное влияние оказывают... А) Динамические характеристики электродвигателей в составе нагрузки Б) Только геометрические размеры здания подстанции В) Цвет изоляции кабелей Г) Атмосферное давление в помещении	А	Моделирование переходного процесса при симметричных КЗ в узлах нагрузки ЭС	5
12	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Метод расчетных кривых применяют для... А) Определения только установившегося режима без аварий Б) Расчета температуры шин В) Оценки изменения тока короткого замыкания во времени по расчетным зависимостям Г) Выбора сечения кабеля по нагреву	В	Метод расчётных кривых при симметричном КЗ	5
13	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** При моделировании трехфазного короткого замыкания в разветвленной сети сначала обычно... А) Определяют цветовую маркировку проводов Б) Находят эквивалентное сопротивление сети относительно точки короткого замыкания В) Отключают все нагрузки без исключения Г) Составляют только механическую схему	Б	Моделирование трехфазного КЗ в разветвленных ЭС	5
14	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Метод спрямленных характеристик используют для... А) Уточнения результатов расчета токов короткого замыкания по методу расчетных кривых Б) Определения тарифов на электроэнергию В) Проверки прочности фундаментов Г) Расчета освещенности помещений	А	Уточнение метода расчетных кривых. Метод спрямленных характеристик при симметричном КЗ	5
15	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Метод типовых кривых целесообразно применять в случае, когда... А) Требуется только механический расчет опор	Г	Метод типовых кривых при симметричном КЗ	5

	Б) Необходимо определить коэффициент мощности нагрузки В) Есть только данные о погодных условиях Г) Нужна приближенная оценка переходного процесса по справочным зависимостям			
16	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** При расчете токов короткого замыкания в сетях напряжением ниже 1000 В обязательно учитывают... А) Только емкость фаз относительно земли Б) Активные сопротивления проводников, контактов и переходных соединений В) Только токи намагничивания трансформаторов напряжения Г) Исключительно индуктивность генераторов	Б	Расчет и моделирование переходных процессов токов для случая трехфазного замыкания в цепях с номинальным напряжением ниже 1000 В	5
17	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Согласно методу симметричных составляющих несимметричная трехфазная система представляется как... А) Одна эквивалентная однофазная система Б) Система постоянного и переменного токов В) Сумма систем прямой, обратной и нулевой последовательностей Г) Набор независимых механических координат	В	Метод симметричных составляющих	6
18	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Для линий электропередачи сопротивления прямой и обратной последовательностей обычно... А) Приблизительно равны Б) Всегда различаются в десятки раз В) Равны нулю Г) Определяются только сопротивлением нагрузки	А	Параметры элементов ЭЭС для токов различных последовательностей	6
19	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** При однофазном замыкании на землю схемы прямой, обратной и нулевой последовательностей соединяются... А) Параллельно Б) Последовательно В) Треугольником Г) Независимо друг от друга без связи	Б	Моделирование несимметричных замыканий в ЭС	6
20	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Правило эквивалентности прямой последовательности позволяет... А) Заменить трехфазную сеть однофазной без учета повреждения Б) Определить только нулевую последовательность без остальных составляющих В) Исключить из расчета генераторы и трансформаторы Г) Свести расчет несимметричного повреждения к схеме прямой	Г	Правило эквивалентности прямой последовательности	6

	последовательности с дополнительным сопротивлением			
21	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** При несимметричных коротких замыканиях в асинхронной нагрузке токи обратной последовательности вызывают... А) Дополнительный нагрев и пульсации электромагнитного момента Б) Полное исчезновение скольжения В) Повышение качества напряжения Г) Снижение частоты сети до нуля	А	Переходный процесс в нагрузках при несимметричных коротких замыканиях	6
22	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Простым замыканием в задачах несимметрии называют... А) Только трехфазное короткое замыкание на шинах Б) Любой режим с изменением частоты сети В) Поперечную несимметрию в одном месте без одновременного продольного нарушения Г) Любой плановый ремонт линии	В	Моделирование простого замыкания	6
23	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Примером однократной продольной несимметрии является... А) Трехфазное короткое замыкание на землю Б) Обрыв одной фазы линии электропередачи В) Равномерная трехфазная нагрузка Г) Пуск асинхронного двигателя	Б	Моделирование и расчет однократной продольной несимметрии в ЭС	6
24	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ.** Основным аппаратом моделирования электромагнитных переходных процессов при несимметричных авариях является... А) Метод симметричных составляющих и схемы замещения последовательностей Б) Только график планово-предупредительного ремонта В) Метод определения экономической эффективности проекта Г) Балансовый расчет потребления топлива	А	Моделирование и расчет электромагнитных ПП при несимметричных авариях в ЭС	6

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с табл. 2, процедура оценивания представлена в табл. 3 и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – индикатора достижения компетенций в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных индикаторов достижения компетенций, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения (табл. 2).

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица 3

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений,
1	Вопросы к защите лабораторных работ	Систематически на лабораторных занятиях	Экспертный	зачет /незачет	журнал учета успеваемости
2	Примеры контрольных задач к практическим занятиям	Систематически на практических занятиях	Экспертный	зачет /незачет	журнал учета успеваемости
3	Вопросы к зачету	В конце 5 семестра	Экспертный	зачет /незачет	ведомость, экзаменная книжка и учебная карточка
4	Вопросы к экзамену	В конце 6 семестра	Экспертный	экзамен /неэкзамен	ведомость, экзаменная книжка и учебная карточка

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (индикаторов достижения компетенций) представлены в карте компетенции.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Лабораторные работы, практические занятия (если есть) оцениваются: «экзамен», «неэкзамен». Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.

Шкала оценивания:

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов достижения компетенций 86% более (в соответствии с картами компетенций) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов достижения компетенций на *61%* и более (в соответствии с картами компетенций) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов достижения компетенций *51%* и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой,

знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно»– выставляется, если сформированность заявленных индикатора достижения компетенций менее чем *51%* (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (индикаторы достижения компетенций) системам оценок представлено в табл. 4.

Интегральная оценка

Таблица 4

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	86 - 100
4	4	61-85
3	3	51-60
2 и 1	2, Неэкзамен	0-50
5, 4, 3	Экзамен	51-100

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные учебным планом дисциплины, учебный процесс контролируется электронно в Обучающей среде СамГТУ (посещаемость, контрольные точки, ведомости).

Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

Критерии оценивания тестов

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

– задание в закрытой форме – 3 балла,

– задание в открытой форме – 3 балла,

– задание на установление правильной последовательности – 3 балла,

– задание на установление соответствия – 3 балла,

– решение компетентностно-ориентированной задачи – 15 баллов.