

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Н.В. Савина

» 05 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) образовательной программы «Электроэнергетика»

Квалификация выпускника – «Бакалавр»

Программа подготовки: Прикладной бакалавриат

Год набора 2018

Форма обучения очная

Курс 3 Семестр 5 семестр

Экзамен 5 семестр (36 акад.час.)

Лекции 54 (акад.час.)

Практические занятия 36 (акад.час.)

Курсовой проект 5 семестр

Самостоятельная работа 54 (акад.час.)

Общая трудоемкость дисциплины 180 (акад.час.), 5 (з.е.)

Составители: Мясоедов Ю.В., канд. техн. наук, проф., Мясоедова Л.А., ст. препод., Подгурская И.Г., ст. препод., Личман О.М., канд. эк. наук, доц.


Факультет энергетический

Кафедра энергетики

2018 г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики
«30» 05 2018 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой  Н.В. Савина

Рабочая программа одобрена на заседании УМС направления подготовки 13.03.02- «Электроэнергетика и электротехника»

«30» 05 2018г., протокол № 12

Председатель  Ю.В. Мясоедов
(подпись, И.О.Ф.)

СОГЛАСОВАНО
Начальник учебно-методического управления

 Н.А. Чалкина

«30» 05 2018г.

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедры

 Н.В. Савина

«30» 05 2018г.

СОГЛАСОВАНО
Директор научной библиотеки

 Л.А. Проказина

«30» 05 2018г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целями освоения дисциплины «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах» являются формирование систематизированных знаний в области переходных процессов как в энергетической системе в целом, так и в отдельных ее элементах, приобретение студентами навыков их расчета при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также неполнофазных режимов.

Задачи дисциплины:

1. Использовать методы анализа и моделирования электрических цепей; способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности;

2. Получение знаний в области методов исследования переходных процессов, практических методов расчета токов короткого замыкания; изучение методов и алгоритмов расчетов токов и напряжений при несимметричных коротких замыканиях и обрывах фаз, в том числе и с помощью промышленных программно-вычислительных комплексов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах» входит в блок входит в блок Б1.

Для освоения данной дисциплины необходимо знать, уметь и быть готовым применять материал в объеме, изложенном в рабочих программах следующих дисциплин ОП бакалавриата:

Высшая математика;

Физика;

Теоретические основы электротехники;

Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, необходимы для прохождения производственной практики, написания выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3);

способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

физику электромагнитных переходных процессов в синхронных и асинхронных машинах, трансформаторах, узлах комплексной нагрузки и электроэнергетической системе в целом; методы расчетов токов короткого замыкания (КЗ), токов и напряжений при продольной не симметрии и сложных видах повреждений; методы анализа статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем с учетом действия систем автоматического регулирования и управления (ОПК 3);

основные мероприятия по обеспечению статической, динамической и результирующей устойчивости систем, а также электромеханических процессов в системах электропитания, методы анализа и моделирования электрических цепей (ПК-6).

2) Уметь:

составлять расчетные схемы замещения для расчета переходных процессов, составлять расчетные схемы и соответствующие схемы замещения по отношению к токам прямой, обратной и нулевой последовательностей (ПК 6);

определять параметры различных элементов этих схем разными методами, рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ОПК 3).

3) Владеть навыками:

расчетов переходных процессов при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз; практических расчетов различных видов КЗ (ОПК 3);

практического анализа устойчивости режимов электрических систем, использование методов анализа и моделирования электрических цепей (ПК6).

4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Темы (разделы) дисциплины	Компетенции	
	ОПК3	ПК6
Переходные процессы в трехфазных цепях	+	+
Практические методы расчетов коротких замыканий	+	+
Поперечная и продольная несимметрии	+	+

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 акад. часов.

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудо- емкость (акад. час.)			Формы текущего кон- троля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семест- рам</i>)
				ЛК	ПЗ	СР, в том чис- ле КР	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Переходные процессы в трехфазных цепях	5	1-6	18	12	6	1 неделя – блиц-опрос, решение задач 2 неделя – блиц-опрос, тест 3 неделя – блиц-опрос, решение задач 4 неделя – блиц-опрос, решение задач 5 неделя – блиц-опрос, 6 неделя – коллоквиум 1
2	Практические методы расчетов коротких замыканий	5	7-12	18	12	6	7 неделя – блиц-опрос 10 неделя – блиц-опрос

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудо- емкость (акад. час.)			Формы текущего кон- троля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семест- рам</i>)
				ЛК	ПЗ	СР, в том чис- ле КР	
1	2	3	4	5	6	7	8
3	Поперечная и продольная несимметрии	5	13-18	18	12	6	13неделя – блиц-опрос, 14 неделя –блиц-опрос 15неделя – коллоквиум 2
4	КР	5	18			36	Защита КР
4	Промежуточная аттестация	5					Экзамен

Примечания:

ЛК – лекции, ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа КР – курсовая работа.

6. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1 Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Раздел 1 Переходные процессы в трехфазных цепях Тема 1. Короткие замыкания в ЭЭС и СЭС. Системы единиц.	Виды коротких замыканий (к.з), причины их возникновения и последствия. Назначение расчётов переходных процессов и требования к ним. Основные допущения, принимаемые при расчетах. Общий порядок расчета к.з. Использование системы относительных единиц. Составление схемы замещения системы и определение её параметров.
2	Тема 2. Переходный процесс в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения.	Трёхфазное к.з. в неразветвленной цепи, подключённой к источнику синусоидального напряжения. Переходный процесс при трехфазном коротком замыкании (КЗ) в цепи без трансформаторов. Физическая сущность возникновения составляющих тока к.з. Ударный ток к.з. и условия его возникновения. Методы определения ударного коэффициента. Особенности переходного процесса при КЗ в разветвленной цепи. Переходный процесс при включении в сеть трансформатора с разомкнутой вторичной обмоткой. Переходный процесс при КЗ за трансформатором.
3	Тема 3. Установившейся режим трёхфазного к.з.	Основные параметры синхронной машины (СМ). Схема замещения и векторная диаграмма синхронного генератора. Влияние АРВ на установившейся режим к.з. Расчёт установившегося тока к.з. в сложных системах.

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
4	Тема 4. Начальный момент внезапного нарушения режима.	Переходные и сверхпереходные параметры синхронного генератора. Схема замещения синхронной машины в начальный момент к.з. Расчёт начального сверхпереходного тока в сложных системах. Расчет начального значения периодической составляющей тока КЗ от синхронной машины без учета и с учетом влияния демпферных контуров. Влияние асинхронных электродвигателей и комплексных нагрузок в начальный момент КЗ. Расчет периодической составляющей тока при удаленных КЗ.
5	Тема 5. Уравнения электромагнитного переходного процесса СМ.	Математическая модель синхронной машины, отражающая основные закономерности электромагнитных переходных процессов в машине. Линейные преобразования дифференциальных уравнений переходного процесса. Уравнения Парка-Горева. Переходные процессы в синхронной машине без учета влияния демпферных контуров. Характеристическое уравнение и его корни. Постоянные времени затухания свободных составляющих токов. Изменение тока якоря при трехфазном КЗ. Влияние системы возбуждения на переходный процесс. Переходные процессы при гашении магнитного поля синхронной машины и неуспешном повторном включении на КЗ. Переходные процессы в синхронной машине с учетом влияния демпферных контуров. Переходные процессы в контурах ротора при разомкнутой обмотке якоря. Постоянные времени затухания свободных составляющих токов контуров ротора. Влияние на переходный процесс замкнутой обмотки якоря. Особенности переходных процессов в асинхронных машинах.
6	Раздел 2. Практические методы расчетов коротких замыканий Тема 6. Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением выше 1000 В.	ГОСТ и РД по расчету токов к.з. Расчет периодической составляющей тока трехфазного КЗ в произвольный момент времени методом типовых кривых и методом спрямленных характеристик.
7	Тема 7. Расчет токов к.з. в электроустановках напряжением до 1000 В.	ГОСТ и РД по расчету токов к.з. Особенности расчетов токов короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1000 В. Расчет периодической составляющей тока трехфазного КЗ в произвольный момент времени методом типовых кривых и методом спрямленных характеристик.
8	Раздел 3. Поперечная и продольная несимметрии. Тема 8. Несимметричные короткие замыкания.	Условия, при которых допустимо применение метода симметричных составляющих для анализа несимметричных режимов. Параметры электрических машин, трансформаторов (автотрансфор-

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		маторов), обобщенных нагрузок, воздушных линий электропередач и кабелей по отношению к токам разных последовательностей. Граничные условия и основные соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений. Векторные диаграммы напряжений и токов. Учет группы соединения трансформаторов (автотрансформаторов) при определении токов в разных ветвях и напряжений в произвольных точках расчетной схемы. Правило эквивалентности тока прямой последовательности. Комплексные схемы замещения. Сравнение токов при несимметричных КЗ разного вида.
9	Тема 9. Неполнофазные режимы.	Граничные условия и основные соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений при обрывах фаз. Векторные диаграммы напряжений и токов при продольных несимметриях разного вида. Учет группы соединения трансформаторов (автотрансформаторов) при определении токов в разных ветвях и напряжений в произвольных точках расчетной схемы. Правило эквивалентности тока прямой последовательности при продольной несимметрии и его использование. Комплексные схемы замещения.

6.2. Практические занятия

Практические занятия проводятся с целью закрепления знаний, полученных при изучении теоретического курса. Тематика практических занятий приведена в таблице.

№ п.п.	Наименование темы	Кол-во акад. часов
1	Система относительных единиц. Схемы замещения и их параметры. Способы преобразования схем замещения.	12
2	Переходные процессы в сети с источником бесконечной мощности. Влияние нагрузки на ток к.з. Пуск двигателей как короткое замыкание. Взаимное влияние двигателей при пуске.	12
3	Определение составляющих тока к.з. в начальный момент времени. Расчет ударного тока короткого замыкания.	8
4	Переходные процессы при продольной несимметрии. Комплексные схемы замещения при продольной несимметрии.	4

На практических занятиях каждому бакалавру выдаются индивидуальные задания, которые выполняются как на занятиях, так и во внеаудиторное время.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в акад. час.
1	2	3	4
1	1	подготовка к опросу на лекции;	2
		подготовка к практическим занятиям;	2
		проработка материала, вынесенного на самостоя-	2

		тельное изучение	
2	2	подготовка к опросу на лекции; подготовка к практическим занятиям; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	2 2 2
3	3	подготовка к опросу на лекции; подготовка к практическим занятиям; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	2 2 2
1-3		Выполнение КР	36
1-3		Подготовка к экзамену	

Курсовая работа

Отдельным видом самостоятельной работы является курсовая работа, предусмотренная для закрепления теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины, приобретения навыков пользования научно-технической и справочной литературой, информационными технологиями, навыков по расчету симметричных и несимметричных коротких замыканий в заданной точке схемы. Графическая часть проекта включает в себя: подробную однолинейную электрическую схему электрической сети; схемы замещения сети для прямой, обратной и нулевой последовательностей, основные этапы преобразования схемы замещения и результаты расчетов симметричных и несимметричных коротких замыканий.

Примерная тематика КР - «Расчет симметричных и несимметричных коротких замыканий в электрической сети»

В курсовой работе должны быть определены следующие расчетные величины:

действующее значение периодической составляющей тока трёхфазного короткого замыкания в месте КЗ в начальный момент возникновения повреждения;

ударный ток и мощность трёхфазного короткого замыкания в начальный момент возникновения повреждения;

амплитудное и действующее значения аperiodической составляющей тока трёхфазного короткого замыкания и полный ток трёхфазного короткого замыкания в месте КЗ в начальный момент возникновения повреждения;

начальные значения токов отдельных последовательностей для заданного вида несимметричного короткого замыкания в месте короткого замыкания;

начальное значение полного тока для заданного вида несимметричного короткого замыкания в месте короткого замыкания;

напряжения отдельных последовательностей в точке КЗ и на шинах ВН станции 1; токи через выключатель в заданный момент времени при трёхфазном и несимметричном КЗ.

Построены диаграммы токов и напряжений в месте КЗ и напряжений на шинах станции 1.

Курсовая работа защищается студентом после устранения всех замечаний. При защите студент должен уметь ответить на контрольные вопросы.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю): «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах»

1. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах.

Часть 1. Учебное пособие по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника» / Сост.: Ю.В. Мясоедов, Л.А. Мясоедова, И.Г. Подгурская - Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 104 с. Режим доступа

http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7128.pdf

2. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: Методические указания к самостоятельной работе/ Сост.: Ю.В. Мясоедов, Л.А. Мясоедова, И.Г. Подгурская - Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 87 с. Режим доступа http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7075.pdf

3. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: Методические указания к курсовому проектированию/ Сост.: Ю.В. Мясоедов, Л.А. Мясоедова, И.Г. Подгурская - Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 114 с. Режим доступа [:http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7076.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7076.pdf)

4. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 13.03.02./ Сост.: Ю.В. Мясоедов, Л.А. Мясоедова, И.Г. Подгурская - Благовещенск: Изд-во АмГУ, –2017. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9655.pdf

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции, деловые игры и т.д.

Количество занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 20 акад. часов.

Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной форме

Тема	Наименование активных/ интерактивных форм обучения	Количество акад. часов
Лекции		
Переходный процесс при включении в сеть трансформатора с разомкнутой вторичной обмоткой	Лекция-дискуссия	4
Особенности переходных процессов в асинхронных машинах	Проблемная лекция	4
Правило эквивалентности тока прямой последовательности при продольной несимметрии и его использование	Разбор конкретных ситуаций	4
Практические занятия		
Определение составляющих тока к.з. в начальный момент времени. Расчет ударного тока короткого замыкания	Разбор конкретных ситуаций, дискуссии	4
Переходные процессы при продольной несимметрии	Разбор конкретных ситуаций, дискуссии	4

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах».

Система оценочных средств и технологий для проведения промежуточной аттестации включает контрольные вопросы к защите курсовой работы, вопросы и задания к экзамену.

Вопросы к защите курсовой работы

1. Какие основные допущения приняты при решении задач, поставленных в работе?
2. Какие основные допущения положены в основу понятия об "источнике бесконечной мощности"?
3. Отличия в приближённом и точном приведении?
4. Как определить ток КЗ от системы бесконечной мощности?
5. В чём условность понятия "мощность короткого замыкания"?
6. Сформулировать правило эквивалентности прямой последовательности.
7. Изменится ли напряжение прямой последовательности в месте КЗ при несимметричных КЗ на землю после разземления нейтралей части трансформаторов?
8. записать соотношения между отдельными составляющими токов и напряжений при несимметричном КЗ вида К(n).
9. Записать соотношения между полным током КЗ и током прямой последовательности для КЗ вида К(n).
10. Как влияют тросы на индуктивное сопротивление нулевой последовательности для ЛЭП?
11. Как изменится сопротивление нулевой последовательности линии при отключении одной цепи?
12. Как определяется дополнительное индуктивное сопротивление $\Delta X(n)$ при КЗ вида К(n)?
13. Записать операторы поворота a в алгебраической форме.
14. Изобразить векторную диаграмму токов для КЗ вида К(n).
15. Изобразить векторную диаграмму напряжений для КЗ вида К(n).
16. Что такое "эквивалентная постоянная времени"?
17. Как изменятся напряжения отдельных последовательностей по мере удаления от точки несимметричного КЗ?
18. Чему равен ток, протекающий в земле, при несимметричных КЗ на землю?
19. В чём отличие способов эквивалентирования схемы замещения при определении тока в начальный и в заданный моменты времени?
20. В чём сущность метода типовых кривых?

Защита курсовой работы может проходить в виде доклада студента и ответов на поставленные вопросы членами комиссии по приему курсовой работы, либо в виде деловой игры.

Контрольные вопросы к экзамену

1. Основные понятия об электромагнитных и электромеханических переходных процессах в электрической системе.
2. Основные виды коротких замыканий. Относительная вероятность их возникновения в электрических системах.
3. Какие виды нарушения режима относятся к продольной и поперечной несимметрии.
4. Основные допущения при расчете электромагнитных переходных процессов.
5. Преимущества и недостатки системы относительных единиц по сравнению с системой именованных единиц.
6. Приведение ЭДС и сопротивлений элементов схемы к выбранным базисным условиям.
7. Составление схемы замещения при расчете в относительных единицах. Точное и приближенное приведение.
8. Составление схемы замещения при расчете в именованных единицах. Точное и приближенное приведение.
9. Преобразование схем замещения.

10. Процесс трехфазного к.з. в неразветвленной цепи. Кривые изменения тока и ее слагающие.
11. Условия, определяющие максимальное значение апериодической составляющей тока.
12. Условия возникновения максимума мгновенного значения полного тока. Ударный ток и ударный коэффициент.
13. Определение эквивалентной постоянной времени апериодической составляющей тока в разветвленной цепи.
14. Действующие значения полных величин и их отдельных слагающих. Основные упрощения.
15. Определение установившегося режима к.з. Основные характеристики и параметры синхронной машины.
16. Схема замещения неявнополюсной синхронной машины в установившемся режиме.
17. Векторные диаграммы неявнополюсных и явнополюсных синхронных машин.
18. Приведение цепи ротора к статору.
19. Как учитывается в расчетах влияние нагрузки на режим к.з.
20. Расчет при отсутствии автоматического регулирования возбуждения (АРВ). Влияние АРВ.
21. Баланс магнитных потоков синхронной машины в нормальном установившемся режиме и в момент возникновения к.з.
22. Переходные ЭДС и сопротивление. Схема замещения СМ без демпферных контуров в начальный момент внезапного нарушения режима. Векторная диаграмма.
23. Сверхпереходные ЭДС и сопротивление. Схема замещения СМ с демпферными обмотками в начальный момент нарушения режима в осях **d** и **q**. Векторная диаграмма.
24. Сравнение реактивностей синхронной машины.
25. Характеристика двигателей и нагрузки.
26. Практический расчет начального сверхпереходного и ударного токов при к.з., несинхронном включении генераторов, пуске двигателей.
27. Внезапное к.з. СМ без демпферных обмоток.
28. Влияние и приближенный учет демпферных обмоток.
29. Влияние АРВ при внезапном к.з.
30. Основные допущения при практических методах расчета к.з.
31. Различия между практическими методами.
32. Метод расчетных и типовых кривых. Порядок расчета по общему изменению.
33. Порядок расчета по индивидуальному изменению. Приближенный учет системы.
34. Учет электродвигателей при расчете токов к.з.
35. Расчет токов к.з. в сетях до 1000 В.
36. Высшие гармоники при несимметричном режиме синхронной машины.
37. Метод симметричных составляющих при расчете токов к.з.
38. Сопротивления элементов схемы для токов обратной и нулевой последовательности.
39. Схемы отдельных последовательностей, определение результирующих ЭДС и сопротивлений.
40. Граничные условия, соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений в месте поперечной несимметрии.
41. Векторные диаграммы токов и напряжений для места несимметрии.
42. Комплексные схемы замещения для различных видов поперечной несимметрии.
43. Правило эквивалентности прямой последовательности для поперечной несимметрии.
44. Сравнение видов короткого замыкания.
45. Применение практических методов к расчету переходного процесса при однократной поперечной несимметрии.
46. Однократная продольная несимметрия.
47. Граничные условия, соотношения между симметричными составляющими токов при продольной несимметрии.

48. Векторные диаграммы токов в месте разрыва чисто индуктивной цепи, комплексные схемы замещения.
49. Способы и технические средства ограничения токов к.з.
50. Координация уровней токов к.з.

10 .УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

а) основная литература:

1.Крючков И.П., Короткие замыкания и выбор электрооборудования. [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Крючков И.П., Старшинов В.А., Гусев Ю.П.. — Электрон. дан. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — 568 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72231>

б) дополнительная литература:

1. Кузнецов С.М. Электронная защита от токов короткого замыкания и автоматика в распределительных устройствах 6-10 кВ тяговых и трансформаторных подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кузнецов С.М.— Электрон.текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 104 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45456>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю

2. Кудряков А.Г. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс]: учебник/ А.Г. Кудряков, В.Г. Сазыкин— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 263 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70289.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Галицков С.Я. Расчет переходных процессов в нелинейных системах методом припасовывания [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.Я. Галицков, А.П. Масляницын— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 116 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29792.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах. Часть 1. Учебное пособие по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника» / Сост.: Ю.В. Мясоедов, Л.А. Мясоедова, И.Г. Подгурская - Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 104 с. Режим доступа

http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7128.pdf

5. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: Методические указания к самостоятельной работе/ Сост.: Ю.В. Мясоедов, Л.А. Мясоедова, И.Г. Подгурская - Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 87 с. Режим доступа http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7075.pdf

6. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: Методические указания к курсовому проектированию/ Сост.: Ю.В. Мясоедов, Л.А. Мясоедова, И.Г. Подгурская - Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 114 с. Режим доступа [:http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7076.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7076.pdf)

7.Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 13.03.02./ Сост.: Ю.В. Мясоедов, Л.А. Мясоедова, И.Г. Подгурская - Благовещенск: Изд-во АмГУ, –2017. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9655.pdf

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Операционная система MSWindows 7 Pro	Операционная система MSWindows 7 Pro - DreamSparkPremiumElectronicSoftwareDelivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	ЭБС ЛАНЬ http://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система, включающая в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. В пакете Инженерно- Технические науки содержится коллекция Издательского дома МЭИ
2	ЭБС IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
3	ЭБС ЮРАЙТ https://www.biblio-online.ru/	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов

г) сайты работодателей – предприятий и организаций региона

Наименование сайта	Краткая характеристика
http://www.drsk.ru/	Акционерное общество «Дальневосточная распределительная сетевая компания» (АО «ДРСК») осуществляет деятельность по передаче и транспортировке электрической энергии по распределительным сетям на территории Амурской области, Хабаровского края, Еврейской автономной области, Приморского края, Южного района республики САХА (Якутия)
http://www.burges.rushydro.ru/	Филиал Публичного акционерного общества «Федеральная гидрогенерирующая компания» – «Бурейская ГЭС» (сокращенное наименование – Филиал ПАО «РусГидро» – «Бурейская ГЭС») создан на основании решения Совета директоров ОАО «ГидроОГК» от 27.08.2007 (протокол №38) Основные функции в Дальневосточной энергосистеме: выдача мощности и выработка электроэнергии; принятие неравномерной нагрузки; участие в регулировании основных параметров энергосистемы; обеспечение ава-

Наименование сайта	Краткая характеристика
	рийного резерва, как кратковременного по мощности, так и длительного – по энергии; резкое повышение надежности функционирования всей энергосистемы региона
http://www.zges.rushydro.ru/	<p>Филиал Публичного акционерного общества «Федеральная гидрогенерирующая компания» – «Зейская ГЭС» (сокращенное наименование – Филиал ПАО «РусГидро» – «Зейская ГЭС») создан на основании решения Совета директоров ОАО «ГидроОГК» от 27.08.2007 (протокол №38).</p> <p>В Дальневосточной энергосистеме Зейская ГЭС осуществляет следующие функции: выдача мощности и выработка электроэнергии; регулирование частоты; прием суточных и недельных неравномерностей нагрузки по энергосистеме; аварийный резерв, как кратковременный по мощности, так и длительный по энергии</p>
http://www.soups.ru/index.php?id=rdu_amur	<p>Филиал АО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Амурской области» (Амурское РДУ) осуществляет функции оперативно-диспетчерского управления объектами электроэнергетики на территории Амурской области, а также Алданского и Нерюнгринского районов (улусов) Республики Саха (Якутия) и входит в зону операционной деятельности Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Востока</p>
http://www.dvec.ru/amur-blag/	<p>Публичное акционерное общество «Дальневосточная энергетическая компания» (ПАО «ДЭК») образовано путем слияния региональных энергосистем Дальнего Востока и осуществляет деятельность <u>на территории Приморья, Хабаровского края, Амурской области, ЕАО.</u></p> <p>Филиал «Амурэнергосбыт» поставляет электроэнергию потребителям на территории Амурской области</p>
http://www.fsk-ees.ru/	<p>Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ПАО «ФСК ЕЭС») создано в соответствии с программой реформирования электроэнергетики Российской Федерации как организация по управлению Единой национальной (общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития.</p> <p>Амурское ПМЭС (Амурское предприятие магистральных электрических сетей) – предприятие, входящее в состав филиала ПАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Востока и осуществляющее эксплуатацию линий электропередачи (ЛЭП) и подстанций (ПС) напряжением 220 кВ и сверхвысокого напряжения (500 кВ) в Амурской области и на юге Республики Саха (Якутия)</p>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические рекомендации по изучению теоретического курса

В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

Подготовка к самостоятельной работе над лекционным материалом должна начинаться на самой лекции. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания, но недостаточно только слушать лекцию. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов.

Однако, как бы внимательно студент не слушал лекцию, большая часть информации вскоре после восприятия будет забыта. Лекцию необходимо конспектировать. Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись. При этом лекция не должна превращаться в урок-диктант. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию, конспектируйте только самое важное. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками.

Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. От того насколько эффективно студент это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать.

Перед каждой последующей лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции. Опыт показывает, что предсессионный штурм непродуктивен, материал запоминается ненадолго. Необходим систематический труд в течение всего семестра.

В ходе подготовки к практическим занятиям

Для более глубокого усвоения материала полезно решать задачи. Умение решать задачи потребуется и на экзамене. Большинство вузов в билеты устного экзамена, помимо теоретических вопросов, включает одну или несколько задач, и во время экзамена вам, кроме дополнительных теоретических вопросов, может быть предложена задача. Экзаменаторы справедливо считают, что одним из критериев усвоения теории является способность решать задачи.

1. Для подготовки к практическим занятиям используйте конспекты лекций, учебники и учебные пособия, указанные в списке рекомендуемой основной и дополнительной литературы.
2. Просмотрите те вопросы теории, освещающие разбираемую тему.
3. На практических занятиях целесообразно иметь при себе конспекты лекций, учебники и учебные пособия.
4. При выполнении домашних задач внимательно просмотрите решение аналогичных задач, рассматриваемых на учебных занятиях, осмыслите методы и методические приемы, используемые при их решении.
5. Освоив методику решения данного класса задач, приступайте к решению

задач.

При этом придерживайтесь следующих правил.

- Решение задач всех разделов удобно начинать с краткой записи условия, где необходимо отразить не только данные числовые значения, но и все дополнительные условия, которые следуют из текста задачи: неизменность или кратность каких-либо параметров, их граничные значения, условия, которые определяются содержанием задачи.
- Очень важно правильно поставить вопрос к задаче.
- Надо проверить, все ли заданные величины в задаче находятся в одной системе единиц.
- Обязательно надо нарисовать рисунок к задаче, на котором следует обозначить те параметры, которые даны, и те, которые нужно найти. Рисунок в большинстве случаев сильно облегчает процесс решения задачи.
- Необходимо обдумать содержание задачи, выяснить, к какому разделу она относится.
- Далее следует записать формулы, соответствующие используемым в задаче законам, не следует сразу искать неизвестную величину; надо посмотреть, все ли параметры в формуле известны.
- Решение задачи чаще всего следует выполнять в общем виде, то есть в буквенных обозначениях.
- Получив решение в общем виде, нужно проверить размерность полученной величины. Для этого в формулу подставить не числа, а размерности входящих в нее величин. Ответ должен соответствовать размерности искомой величины (смотрите в примерах).
- После проверки формулы на размерность следует подставить численные значения входящих в нее величин и произвести расчет.
- Далее нужно проанализировать и сформулировать ответ. Все этапы этих расчетов необходимо кратко отразить в отчете.

При выполнении индивидуальных заданий следует обращаться к сайтам энергетических компаний, пользоваться электрическими схемами электрических станций и электрических сетей Дальневосточного региона. Практические занятия способствуют развитию аналитических и вычислительных способностей, формированию компетенций, на освоение которых направлена данная дисциплина.

Методические указания к самостоятельной работе

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, публикаций, первоисточников, подготовку индивидуальных заданий, выступления на групповых занятиях, выполнение заданий преподавателя.

Самостоятельная работа по изучению дисциплины делится на аудиторную и внеаудиторную.

Аудиторная самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя. Кроме того, самостоятельная работа под руководством преподавателя подразумевает консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, консультации по выполнению типовых заданий.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Преподаватель в начале изучения дисциплины предоставляет обучающимся список учебно-методических материалов. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций в изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых проектов и выполнении ВКР.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Студентам рекомендуется получить в научной библиотеке университета учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины, либо воспользоваться ЭБС, указанными в рабочей программе. Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную и приводится в п. 10 рабочей программы. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия).

Необходимость изучения дополнительной литературы, профессиональных баз данных диктуется прежде всего тем, что в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражения новые документы, события, явления, научные открытия последних лет. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала. Здесь целесообразно пользоваться периодическими изданиями и нормативной литературой по электроэнергетике.

Отдельным видом самостоятельной работы является курсовая работа, предусмотренная для закрепления теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины, приобретения навыков пользования научно-технической и справочной литературой, информационными технологиями, навыков по расчету симметричных и несимметричных коротких замыканий в заданной точке схемы. Графическая часть проекта включает в себя: подробную однолинейную электрическую схему электрической сети; схемы замещения сети для прямой, обратной и нулевой последовательностей, основные этапы преобразования схемы замещения и результаты расчетов симметричных и несимметричных коротких замыканий. Курсовая работа защищается студентом после устранения всех замечаний. При защите студент должен уметь ответить на контрольные вопросы.

Групповая и индивидуальная консультация

Разъяснение является основным содержанием данной формы занятий, наиболее сложных вопросов изучаемого программного материала. Цель – максимальное приближение обучения к практическим интересам с учетом имеющейся информации и является результативным материалом закрепления знаний. Групповая консультация проводится в следующих случаях:

когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;

с целью оказания помощи в самостоятельной работе.

Групповая консультация может быть проведена в режиме on-line через личные кабинеты обучающихся и преподавателя.

Индивидуальная консультация проводится по запросу обучающегося в виде контактной работы, либо в режиме on-line или off-line через электронную информационно-образовательную среду.

12. МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации

большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, компьютерная техника с выходом в сеть Интернет и электронную информационно-образовательную среду университета, учебная мебель, лицензионное программное обеспечение. Материал лекций представлен в виде презентаций.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

по дисциплине «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах»

направление подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"

направленность (профиль) образовательной программы: Электроэнергетика

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Год набора 2018

Курс 3

Экзамен 9 акад. часов

КР

Лекции 10(акад. час.)

Практические занятия 10(акад.час.)

Самостоятельная работа 151(акад. час)

Общая трудоемкость дисциплины 180(акад.час.), 5(з.е.)

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Тема дисциплины	Сессия	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
1	Переходные процессы в трехфазных цепях	2	2	2	51	блиц-опрос, решение задач, тест, коллоквиум 1
2	Практические методы расчетов коротких замыканий	2	4	4	51	блиц-опрос
3	Поперечная и продольная несимметрии	2	4	4	49	блиц-опрос коллоквиум 2
4	ИТОГО	2	10	10	151	Экзамен (9 час.) КР

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Тема дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в акад. часах
1	Переходные процессы в трехфазных цепях	подготовка к опросу на лекции; подготовка к практическим занятиям; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	51
2	Практические методы расчетов коротких замыканий	подготовка к опросу на лекции; подготовка к практическим занятиям; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	51
3	Поперечная и продольная несимметрии	подготовка к опросу на лекции; подготовка к практическим занятиям;	49

№ п/п	Тема дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в акад. часах
		проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	