

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Л. Ронжин

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«23» июня 2021г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы теории переходных процессов и устойчивости»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Электромеханика
Форма обучения	очно-заочная

Санкт-Петербург – 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц, к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

_____ (подпись, дата)

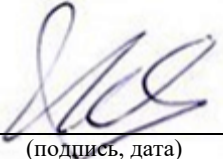
М.В. Сержантова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«26» мая 2021 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 32

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

А.Л. Ронжин
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(01)


доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

С.В. Соленый
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.э.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Основы теории переходных процессов и устойчивости» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электромеханика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-3 «Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач»

ОПК-4 «Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с освоением студентами математических моделей различных элементов электроэнергетической системы - синхронных генераторов, асинхронных электродвигателей, трансформаторов и др., - отражающих особенности переходных процессов в этих элементах, методов исследования переходных процессов, практических методов расчета токов короткого замыкания, особенностей расчетов токов и напряжений при несимметричных коротких замыканиях и обрывах фаз.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель дисциплины состоит в том, чтобы дать будущим специалистам в области электроэнергетики теоретические знания и привить практические навыки анализа различных переходных процессов как в энергетической системе в целом, так и в отдельных ее элементах.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.В.1 владеть методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.3.1 знать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин ОПК-4.У.1 уметь использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин при решении задач в области профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- «Общая энергетика»;
- «Физика»;
- «Электрические машины»;
- «Электротехника».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Электроэнергетические системы и сети»;
- «Нетрадиционная электромеханика»;

- «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Составление схем замещения.	6	3			10
Раздел 2. Переходные процессы в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения	8	4			10
Раздел 3. Электромагнитные переходные процессы в электрических машинах	6	3			10
Раздел 4. Методы расчета тока трехфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени	8	4			10
Раздел 5. Переходные процессы при несимметричных коротких замыканиях и обрывах фаз	6	3			17
Итого в семестре:	34	17			57

Итого:	34	17	0	0	57
--------	----	----	---	---	----

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Составление схем замещения. Основные понятия. Причины возникновения переходных процессов. Требования к расчетам переходных процессов. Основные допущения, принимаемые при расчетах. Составление схем замещения. Использование системы относительных единиц. Схемы замещения многообмоточных трансформаторов и двояных реакторов.
2	Переходные процессы в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения. Переходный процесс при трехфазном коротком замыкании (КЗ) в цепи без трансформаторов. Ударный ток КЗ. 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	Электромагнитные переходные процессы в электрических машинах. Математическая модель синхронной машины, отражающая основные закономерности электромагнитных переходных процессов в машине. Линейные преобразования дифференциальных уравнений переходного процесса. 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.
4	Методы расчета тока трехфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени. 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. Расчет периодической составляющей тока трехфазного КЗ в произвольный момент времени методом типовых кривых и методом спрямленных характеристик. Особенности расчетов токов короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1000 В.
5	Переходные процессы при несимметричных коротких замыканиях и обрывах фаз. Условия, при которых допустимо применение метода симметричных составляющих для анализа несимметричных режимов в трехфазных цепях, содержащих синхронные машины. Параметры электрических машин, трансформаторов

	(автотрансформаторов), обобщенных нагрузок, воздушных линий электропередач и кабелей по отношению к токам разных последовательностей. Граничные условия и основные соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений при несимметричных КЗ и обрывах фаз. Векторные диаграммы напряжений и токов при 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 несимметричных режимах и его использование. Комплексные схемы замещения. Сравнение токов при несимметричных КЗ разного вида.
--	---

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8					
1	Система относительных единиц. Схемы замещения и их параметры. Способы преобразования схем замещения.	Интерактивная	2	2	1
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.	Интерактивная	2	2	2
3	Определение составляющих тока к.з. в начальный момент времени. Расчет ударного тока короткого замыкания.	Интерактивная	2	2	3
4	Метод типовых кривых. Определение токов к.з. для заданного момента времени.	Интерактивная	2	2	3
5	Способы ограничения	Интерактивная	2	2	4

	токов к.з. Выбор параметров токоограничивающих реакторов.				
6	Граничные условия и векторные диаграммы при несимметричных к.з. Расчет токов несимметричных к.з. Сопоставление несимметричных и трехфазных к.з.	Интерактивная	2	2	4
7	Переходные процессы при продольной несимметрии.	Интерактивная	2	2	5
	Комплексные схемы замещения при продольной несимметрии.	Интерактивная	2	2	5
	Комплексные схемы замещения при поперечной несимметрии.	Интерактивная	1	1	5
Всего:			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	42	42
Курсовое проектирование (КП, КР)		

Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	57	57

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Крючков И.П., Неклепаев Б.Н., Старшинов В.А. и др. "Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования". - М.: Издательский центр "Академия", 2005. - 416 с.	
	Крючков И.П. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МЭИ, 2000.	

6. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. Изд-во «ЭНАС», 2000.	
	Электротехнический справочник: В 4т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ: В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов) - М.: Изд-во МЭИ, 2002, 964 с.	

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Mathcad Prime 3.0

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Справочные материалы по электрооборудованию электрических станций и подстанций.

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

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	21-18
2	Компьютерный класс	31-04

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену;

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
	<ol style="list-style-type: none"> 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 	ОПК-3.В.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1

	<p>единицах. Точное и приближенное приведение.</p> <p>8. Составление схемы замещения при расчете в именованных единицах. Точное и приближенное приведение.</p> <p>9. Преобразование схем замещения.</p> <p>10. Процесс трехфазного к.з. в неразветвленной цепи. Кривые изменения тока и ее слагающие.</p> <p>11. Условия, определяющие максимальное значение апериодической составляющей тока.</p> <p>12. Условия возникновения максимума мгновенного значения полного тока. Ударный ток и ударный коэффициент.</p> <p>13. Определение эквивалентной постоянной времени апериодической составляющей тока в разветвленной цепи.</p> <p>14. Действующие значения полных величин и их отдельных слагающих. Основные упрощения.</p> <p>15. Определение установившегося режима к.з. Основные характеристики и параметры синхронной машины.</p> <p>16. Схема замещения неявнополюсной синхронной машины в установившемся режиме.</p> <p>17. Векторные диаграммы неявнополюсных и явнополюсных синхронных машин.</p> <p>18. Приведение цепи ротора к статору.</p> <p>19. Как учитывается в расчетах влияние нагрузки на режим к.з.</p> <p>20. Расчет при отсутствии автоматического регулирования возбуждения (АРВ). Влияние АРВ.</p> <p>21. Баланс магнитных потоков синхронной машины в нормальном установившемся режиме и в момент возникновения к.з.</p> <p>22. Переходные ЭДС и сопротивление. Схема замещения СМ без демпферных контуров в начальный момент внезапного нарушения режима. Векторная диаграмма.</p> <p>23. Сверхпереходные ЭДС и сопротивление. Схема замещения СМ с демпферными обмотками в начальный момент нарушения режима в осях d и q. Векторная диаграмма.</p> <p>24. Сравнение реактивностей синхронной машины.</p> <p>25. Характеристика двигателей и нагрузки.</p> <p>26. Практический расчет начального сверхпереходного и ударного токов при к.з., несинхронном включении генераторов, пуске двигателей.</p> <p>27. Внезапное к.з. СМ без демпферных обмоток.</p> <p>28. Влияние и приближенный учет демпферных обмоток.</p> <p>29. Влияние АРВ при внезапном к.з.</p> <p>30. Основные допущения при практических методах расчета к.з.</p> <p>31. Различия между практическими методами.</p> <p>32. Метод расчетных и типовых кривых. Порядок расчета по общему изменению.</p> <p>33. Порядок расчета по индивидуальному изменению. Приближенный учет системы.</p> <p>34. Учет электродвигателей при расчете токов к.з.</p> <p>35. Расчет токов к.з. в сетях до 1000 В.</p> <p>36. Высшие гармоники при несимметричном режиме синхронной машины.</p> <p>37. Метод симметричных составляющих при расчете токов к.з.</p> <p>38. Сопротивления элементов схемы для токов обратной и нулевой</p>	
--	---	--

<p>последовательности.</p> <p>39. Схемы отдельных последовательностей, определение результирующих ЭДС и сопротивлений.</p> <p>40. Граничные условия, соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений в месте поперечной несимметрии.</p> <p>41. Векторные диаграммы токов и напряжений для места несимметрии.</p> <p>42. Комплексные схемы замещения для различных видов поперечной несимметрии.</p> <p>43. Правило эквивалентности прямой последовательности для поперечной несимметрии.</p> <p>44. Сравнение видов короткого замыкания.</p> <p>45. Применение практических методов к расчету переходного процесса при однократной поперечной несимметрии.</p> <p>46. Однократная продольная несимметрия.</p> <p>47. Граничные условия, соотношения между симметричными составляющими токов при продольной несимметрии.</p> <p>48. Векторные диаграммы токов в месте разрыва чисто индуктивной цепи, комплексные схемы замещения.</p> <p>49. Способы и технические средства ограничения токов к.з.</p> <p>50. Координация уровней токов к.з.</p>	
--	--

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- 1. Основные понятия об электромагнитных и электромеханических переходных процессах в электрической системе. Основные виды коротких замыканий. Относительная вероятность их возникновения в электрических системах. Какие виды нарушения режима относятся к продольной и поперечной несимметрии. Основные допущения при расчете электромагнитных переходных процессов.
- 2. Преимущества и недостатки системы относительных единиц по сравнению с системой именованных единиц. Приведение ЭДС и сопротивлений элементов схемы к выбранным базисным условиям. Составление схемы замещения при расчете в относительных единицах. Точное и приближенное приведение. Составление схемы замещения при расчете в именованных единицах. Точное и приближенное приведение. Преобразование схем замещения.
- 3. Процесс трехфазного к.з. в неразветвленной цепи. Кривые изменения тока и ее слагающие. Условия, определяющие максимальное значение апериодической составляющей тока. Условия возникновения максимума мгновенного значения полного тока. Ударный ток и ударный коэффициент. Определение эквивалентной постоянной времени апериодической составляющей тока в разветвленной цепи.

- 4 Действующие значения полных величин и их отдельных слагающих. Основные упрощения. Определение установившегося режима к.з. Основные характеристики и параметры синхронной машины. Схема замещения неявнополусной синхронной машины в установившемся режиме. Векторные диаграммы неявнополусных и явнополусных синхронных машин.
- 5. Приведение цепи ротора к статору. Как учитывается в расчетах влияние нагрузки на режим к.з. Расчет при отсутствии автоматического регулирования возбуждения (АРВ). Влияние АРВ. Баланс магнитных потоков синхронной машины в нормальном установившемся режиме и в момент возникновения к.з. Переходные ЭДС и сопротивление. Схема замещения СМ без демпферных контуров в начальный момент внезапного нарушения режима. Векторная диаграмма.
- 6 Сверхпереходные ЭДС и сопротивление. Схема замещения СМ с демпферными обмотками в начальный момент нарушения режима в осях d и q . Векторная диаграмма. Сравнение реактивностей синхронной машины. Характеристика двигателей и нагрузки. Практический расчет начального сверхпереходного и ударного токов при к.з., несинхронном включении генераторов, пуске двигателей.
- 7 Внезапное к.з. СМ без демпферных обмоток. Влияние и приближенный учет демпферных обмоток. Влияние АРВ при внезапном к.з. Основные допущения при практических методах расчета к.з. Различия между практическими методами. Метод расчетных и типовых кривых. Порядок расчета по общему изменению. Порядок расчета по индивидуальному изменению. Приближенный учет системы.
- 8 Учет электродвигателей при расчете токов к.з. Расчет токов к.з. в сетях до 1000 В. Высшие гармоники при несимметричном режиме синхронной машины. Метод симметричных составляющих при расчете токов к.з. Сопротивления элементов схемы для токов обратной и нулевой последовательности. Схемы отдельных последовательностей, определение результирующих ЭДС и сопротивлений. Граничные условия, соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений в месте поперечной несимметрии. Векторные диаграммы токов и напряжений для места несимметрии.
- 9 Комплексные схемы замещения для различных видов поперечной несимметрии. Правило эквивалентности прямой последовательности для поперечной несимметрии. Сравнение видов короткого замыкания. Применение практических методов к расчету переходного процесса при однократной поперечной несимметрии.
- 10. Однократная продольная несимметрия. Граничные условия, соотношения между симметричными составляющими токов при продольной несимметрии. Векторные диаграммы токов в месте разрыва чисто индуктивной цепи, комплексные схемы замещения. Способы и технические средства ограничения токов к.з. Координация уровней токов к.з.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

На практических занятиях предусматривается проведение расчетов по тематикам дисциплины, обсуждение вариантов решения рассматриваемой проблемы и задачи, оценка рациональности использования выбранного решения.

Если методические указания по прохождению практических занятий имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Результаты текущего контроля учитываются при проведении промежуточной аттестации. В качестве показателей для оценивания текущего контроля используются: посещаемость, наличие рукописного конспекта, своевременно сданные отчеты.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в

период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Требования и методы проведения промежуточной аттестации: оценивается посещаемость студента, ведение конспектов лекций, выполненные задания и защищенные задания согласно своему варианту.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой