

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

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«31» августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Переходные процессы в электрических системах»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки	13.04.02
Наименование направления подготовки	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Менеджмент в электроэнергетике
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
О.Я. Солёная  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«30» августа 2022 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой № 32

\_\_\_\_\_  
доц., к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.04.02(01)

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

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
О.Я. Солёная  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

\_\_\_\_\_  
старший преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

### Аннотация

Дисциплина «Переходные процессы в электрических системах» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Менеджмент в электроэнергетике». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «способен разрабатывать и обосновывать проектные решения в области профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением студентами особенностей протекания переходных процессов в электрических системах, практических методов расчета токов короткого замыкания и напряжений при различных видах коротких замыканий.

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

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

Формирование у обучающихся профессиональных знаний и умений в области анализа переходных процессов, происходящих в электрических системах в различных режимах её работы, и освоение методов расчёта режимных параметров.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-2 способен разрабатывать и обосновывать проектные решения в области профессиональной деятельности	ПК-2.Д.2 выбирает электрооборудование и методы расчета его параметров и характеристик при проектировании объектов профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Математические методы и модели в научных исследованиях;
- Электрические системы и сети.

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

- Интеллектуальные системы электроснабжения;
- Производственная проектная практика.

## 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
		№2
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ),	17	17

(час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	57	57
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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)
<b>Семестр 2</b>					
Раздел 1. Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Составление схем замещения.	3	2			11
Раздел 2. Переходные процессы в трехфазных цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения.	3				11
Раздел 3. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах.	3	3			11
Раздел 4. Методы расчета тока трехфазного короткого замыкания в начальный и произвольный моменты времени.	5	6			12
Раздел 5. Переходные процессы при несимметричных коротких замыканиях и обрывах фаз.	3	6			12
Выполнение курсовой работы.				17	
<b>Итого в семестре:</b>	17	17		17	57
<b>Итого</b>	17	17	0	17	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
<b>1</b>	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 сдвоенных реакторов.
<b>2</b>	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.
<b>3</b>	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.
<b>4</b>	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.
<b>5</b>	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 2					
1	Составление схемы замещения и расчет параметров ее элементов.	решение ситуационных задач	2	2	1
2	Определение	решение	3	3	3

	периодической и аperiodической составляющих тока КЗ в заданный момент времени	ситуационных задач			
3	Расчет симметричных режимов коротких замыканий	решение ситуационных задач	3	3	4
4	Определение ударного тока короткого замыкания	решение ситуационных задач	3	3	4
5	Расчет несимметричных коротких замыканий	решение ситуационных задач	3	3	5
6	Построение векторных диаграмм токов и напряжений	решение ситуационных задач	3	3	5
Всего			17	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

Цель курсовой работы: приобретение практических навыков расчета переходных процессов в системах электроснабжения. Во время работы студенты должны научиться проводить расчеты токов и напряжений при симметричных и несимметричных коротких замыканиях в высоковольтной сети системы электроснабжения, токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью, а также определять токи КЗ в низковольтных сетях. Кроме того, студенты должны усвоить методику построения векторных диаграмм токов и напряжений при несимметричных коротких замыканиях.

Часов практической подготовки: 17.

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

#### 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 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала	40	40

дисциплины (ТО)		
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	7	7
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.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Учебное пособие по дисциплине «Переходные процессы в электрических системах» / Составители: О.Я. Солёная, А.В. Рысин, С.В. Солёный. – СПб: ГУАП, 2020. – 65 с.	50
ISBN 978-5-8088-1512-4	Основы теории переходных процессов и устойчивости: учеб. пособие / О. Я. Солёная, А. В. Рысин, С. В. Солёный, В. П. Кузьменко. – СПб.: ГУАП, 2020. – 63 с.	50
	Крючков И.П., Неклепаев Б.Н., Старшинов В.А. и др. "Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования". - М.: Издательский центр "Академия", 2005. - 416 с.	50

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://www.gost-r.com/">http://www.gost-r.com/</a>	Справочные материалы и нормативные документы по электрическим системам.
<a href="http://электротехнический-портал.рф">http://электротехнический-портал.рф</a>	Электротехнический портал.рф. Электротехнический портал



портал.рф/	для студентов ВУЗов и инженеров.
------------	----------------------------------

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Справочные материалы по электрооборудованию электрических станций и подстанций.
2	ПУЭ
3	ПТЭЭ, ПБЭЭ

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, 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.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

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	Характеристика сформированных компетенций
--------------------	---

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

### 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
	1. Основные понятия об электромагнитных и электромеханических переходных процессах в электрической системе.	ПК-2.Д.2
	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.	

	<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 <math>d</math> и <math>q</math>. 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 последовательности.</p>	
--	--	--

	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.	
--	--	--

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
1	Расчёт токов короткого замыкания в электрических системах

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

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:

- Введение в раздел
- Знакомство с основными понятиями
- Изучение проблем, связанных с разделом и известных способов их решения
- Обсуждение, ответы на вопросы.

### 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

Выполнять расчеты согласно методикам, изложенным на лекциях.

Своевременно оформлять отчеты о практических занятиях.

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся: приобрести практические навыки расчета электромагнитных переходных процессов в системах электроснабжения.

#### Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

- 1 Выбор основного электротехнического оборудования системы электроснабжения
- 2 Расчет симметричных режимов коротких замыканий
  - 2.1 Составление схемы замещения и расчет параметров ее элементов
  - 2.2 Преобразование схемы замещения к простейшему виду относительно места повреждения
  - 2.3 Определение начального значения периодической составляющей тока КЗ от источников
  - 2.4 Определение ударного тока короткого замыкания
  - 2.5 Определение периодической и апериодической составляющих тока КЗ в заданный момент времени
  - 2.6 Расчет тока при трехфазном КЗ на шинах 0,4 кВ
- 3 Расчет несимметричных коротких замыканий
  - 3.1 Составление и преобразование к простейшему виду схем замещения отдельных последовательностей
  - 3.2 Определение начальных значений симметричных составляющих токов и напряжений при несимметричном КЗ
  - 3.3 Построение векторных диаграмм токов и напряжений
- 4 Определение тока замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью

#### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Результаты выполнения курсового проекта оформляются в виде пояснительной записки. Она должна состоять из следующих элементов:

- титульный лист;
- заполненный бланк задания на курсовую работу, подписанный студентом и преподавателем;
- реферат;
- содержание;
- основная часть;
- перечень ссылок.

Основная часть включает в себя введение, разделы работы, отражающие содержание и результаты выполнения работы и выводы.

Реферат должен включать в себя: количество страниц, рисунков, таблиц, приложений курсового проекта, а также количество использованных источников (по перечню ссылок) основной текст реферата, отображающий объект разработки, цель работы, методы расчетов, полученные результаты и область их использования; перечень ключевых слов, раскрывающих суть работы.

Во введении нужно кратко отметить роль электроэнергетики и, в частности, систем электроснабжения для страны, цель курсового проекта и ее связь с другими дисциплинами.

В разделах работы приводятся результаты расчетов и схемы замещения системы электроснабжения (исходная схема, этапы преобразования, вид схемы замещения) с обязательным указанием нумерации сопротивлений и их величин.

Графические обозначения и буквенный код элементов на схемах должны соответствовать требованиям ЕСКД. Расчетные формулы нужно оформлять в таком виде: сначала общий вид, затем подстановка числовых и конечный результат с указанием размерностей величин. Все расчеты нужно сопровождать краткими пояснениями.

Нумерация страниц сквозная, начиная с титульного листа. Номера страниц проставляют арабскими цифрами в верхнем правом углу страницы без точки. На титульном листе номер страницы не проставляется.

#### 11.4. 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.

#### 11.5. 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.

Контроль качества знаний проводится в форме индивидуального собеседования по материалу отдельных разделов дисциплины, а также защиты отчетов о выполнении практических заданий.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Результаты текущего контроля могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

#### 11.6. 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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.



## 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