

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)

«22» июня 2023 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	Цифровая энергетика
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  
«24» апреля 2023 г., протокол № 6

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(03)


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 «Цифровая энергетика». 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, лабораторные работы, курсовое проектирование, 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

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>	51	51
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ),	17	17

(час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	40	40
<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. Понятие устойчивости электрической системы. Тема 1.1. Влияние параметров элементов электрической системы на ее устойчивость. Тема 1.2. Влияние режима электроснабжения в электрической системе на ее устойчивость. Тема 1.3. Влияние режима КЗ в электрической системе на ее устойчивость.	4				10
Раздел 2. Математические модели электрической системы и ее элементов, используемые в практических расчетах электромагнитных переходных процессов. Тема 2.1. Замыкание в распределительных сетях и системах электроснабжения. Тема 2.2. Симметричные короткие замыкания в электрических системах. Тема 2.3. Простое замыкание на землю.	4	4			10
Раздел 3. Практические расчеты симметричного к.з. в электрических системах. Тема 3.1. Допущения, применяемые при расчете токов к.з. в сложных ЭС. Тема 3.2. Определение периодической составляющей и ударного тока к.з. Тема 3.3. Метод типовых кривых.	4	6	5		10
Раздел 4. Практические методы расчета режимов электрических систем с несимметрией. Тема 4.1. Применение метода симметричных составляющих при анализе режимов с несимметрией. Тема 4.2. Схемы замещения различных последовательностей. Тема 4.3. Построение векторных диаграмм токов и напряжений при различных видах к.з. Сравнение различных видов к.з.	5	7	12		10
Выполнение курсовой работы				17	
<b>Итого в семестре:</b>	17	17	17	17	40
<b>Итого</b>	17	17	17	17	40

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>	Понятие устойчивости электрической системы. Виды устойчивости энергосистемы. Влияние параметров элементов электрической системы на ее устойчивость. Влияние продольного индуктивного сопротивления. Влияние активных сопротивлений элементов. Влияние шунтирующего индуктивного сопротивления. Влияние шунтирующего ёмкостного сопротивления. Влияние режима электроснабжения в электрической системе на ее устойчивость. Влияние режима КЗ в электрической системе на ее устойчивость. Метод площадей. Коэффициент запаса.
<b>2</b>	Математические модели электрической системы и ее элементов, используемые в практических расчетах электромагнитных переходных процессов. Схемы замещения и их параметры. Способы преобразования схем замещения. Влияние системы возбуждения на переходный процесс. Ударный ток КЗ. Замыкание в распределительных сетях и системах электроснабжения. Симметричные короткие замыкания в электрических системах. Простое замыкание на землю.
<b>3</b>	Практические расчеты симметричного к.з. в электрических системах. Допущения, применяемые при расчете токов к.з. в сложных ЭС. Определение периодической составляющей и ударного тока к.з. Метод типовых кривых. Особенности расчетов токов короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1000 В.
<b>4</b>	Практические методы расчета режимов электрических систем с несимметрией. Параметры электрических машин, трансформаторов (автотрансформаторов), обобщенных нагрузок, воздушных линий электропередач и кабелей по отношению к токам разных последовательностей. Применение метода симметричных составляющих при анализе режимов с несимметрией. Схемы замещения различных последовательностей. Правило эквивалентности тока прямой последовательности. Построение векторных диаграмм токов и напряжений при различных видах к.з. Сравнение различных видов к.з.

#### 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 периодической и аperiodической составляющих тока КЗ в заданный момент времени	решение ситуационных задач	3	3	3
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
Семестр 2				
1	Исследование влияния на статическую устойчивость натурального синхронного генератора вида короткого замыкания в электроэнергетической системе	6	6	3
2	Исследование влияния на динамическую устойчивость натурального синхронного генератора длительности короткого замыкания в электроэнергетической системе	6	6	3
3	Анализ переходных процессов при несимметричных КЗ в электрической сети,	5	5	4

	питающейся от источника бесконечной мощности			
	Всего	17	17	

#### 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 дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)	15	15
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	2	2
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	3	3
Всего:	40	40

#### 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-	Основы теории переходных процессов и	50



5-8088-1512-4	устойчивости: учеб. пособие / О. Я. Солёная, А. В. Рысин, С. В. Солёный, В. П. Кузьменко. – СПб.: ГУАП, 2020. – 63 с.	
	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 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	21-21 БМ, 21-18 БМ
2	Компьютерный класс	31-04 БМ
3	Лаборатория электроснабжения	31-03 БМ

## 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; Примерный перечень вопросов для тестов.
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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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

Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Охарактеризуйте понятие устойчивости энергосистемы.</li> <li>2. Перечислите виды возмущений, влияющих на статическую и динамическую устойчивость системы.</li> <li>3. Охарактеризуйте процесс электромагнитного и электромеханического переходного процесса в электрической системе.</li> <li>4. Возмущения в системах. Виды устойчивости.</li> <li>5. Виды режимов системы электроснабжения. Виды переходных процессов и их характерные признаки.</li> <li>6. Что понимается по динамической и статической устойчивостью электрической системы?</li> <li>7. Виды коротких замыканий. Относительная вероятность их возникновения в электрических системах.</li> <li>8. Виды несимметрии. Приведите схематически соотношения между токами по методу симметричных составляющих.</li> <li>9. Какие существуют виды несимметричных коротких замыканий? Какие из них наиболее часто встречаются в высоковольтных сетях?</li> <li>10. Какие виды нарушения режима относятся к продольной и поперечной несимметрии?</li> <li>11. Причины возникновения КЗ в системах электроснабжения.</li> <li>12. Что понимается под установившимся режимом КЗ?</li> <li>13. Основные допущения при расчете электромагнитных переходных процессов.</li> <li>14. На чем основаны точное и приближенное приведение параметров элементов электрической сети в схемах замещения при расчете токов КЗ?</li> <li>15. Как зависят результаты расчета токов КЗ по методу приближенного приведения от выбора базисных условий?</li> <li>16. Как определить сопротивление энергосистемы, если неизвестна мощность короткого замыкания?</li> <li>17. Приведение ЭДС и сопротивлений элементов схемы к выбранным базисным условиям.</li> <li>18. Особенности преобразования схем замещения.</li> <li>19. Методика определения результирующих ЭДС и сопротивлений.</li> <li>20. Кривые изменения тока и его составляющие при КЗ.</li> </ol>	ПК-2.Д.2

<p>21. Определение эквивалентной постоянной времени апериодической составляющей тока.</p> <p>22. Основные характеристики и параметры синхронной машины.</p> <p>23. Как учитывается в расчетах влияние нагрузки при КЗ.</p> <p>24. Влияние АРВ на устойчивость энергосистемы при внезапном КЗ.</p> <p>25. Метод типовых кривых. Порядок расчета.</p> <p>26. Особенности учета электродвигателей при расчете токов КЗ.</p> <p>27. Особенности расчета токов КЗ в сетях до 1000 В.</p> <p>28. Особенности составления схем замещения различных последовательностей.</p> <p>29. Как изменяются сопротивления элементов схемы для токов обратной и нулевой последовательности?</p> <p>30. Что понимается под коротким замыканием в электрических системах?</p> <p>Сравнение видов короткого замыкания по частоте возникновения в электрических сетях.</p> <p>31. Способы и технические средства ограничения токов КЗ.</p> <p>32. Можно ли при расчете токов КЗ по типовым кривым объединить в одно эквивалентное сопротивление источник питания от энергосистемы с ветвями питания от генераторов и если нет, то почему?</p> <p>33. В каких случаях периодическая составляющая тока КЗ от генераторов не меняется во времени?</p> <p>34. Для каких элементов электрической сети сопротивление нулевой последовательности отличается от сопротивления прямой последовательности?</p> <p>35. Как влияют тросы на индуктивное сопротивление воздушных ЛЭП?</p> <p>36. Особенности составления схемы замещения нулевой последовательности.</p> <p>37. В чем заключается правило эквивалентности прямой последовательности?</p> <p>38. Что называется ударным током КЗ?</p> <p>39. От каких факторов и каким образом зависит величина ударного тока?</p> <p>40. Что отражает ударный коэффициент?</p> <p>41. В чем суть метода симметричных составляющих?</p> <p>42. От каких факторов зависит вид схемы замещения нулевой последовательности?</p> <p>43. Какие составляющие имеются в полном токе КЗ?</p> <p>44. Типовые кривые. Порядок их использования для расчета изменения во времени периодической составляющей тока КЗ.</p> <p>45. Способы уменьшения токов однофазного КЗ.</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
1	Расчёт токов короткого замыкания в электрической системе

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Состояние энергетической системы в определенный момент времени, характеризующееся конкретными режимными параметрами, называется</li> <li>2. Что относят к параметрам режима работы системы?</li> <li>3. Замыкание одной фазы на землю в системе с изолированной или компенсированной нейтралью называется</li> <li>4. Виды режимов работы энергосистемы</li> <li>5. Чем характеризуется начальная стадия переходного процесса?</li> <li>6. Укажите последовательность возникновения стадий переходного процесса при возникновении обрыва фазного провода ЛЭП</li> <li>7. Укажите точки, для которых ведется расчет тока КЗ при проверке кабелей?</li> <li>8. Всякое не предусмотренное нормальными условиями работы замыкание между фазами, а в системах с эффективно заземленными нейтралью трансформаторов также замыкание одной или нескольких фаз на землю, называется</li> <li>9. Какое общее влияние на ток КЗ оказывают высоковольтные двигатели?</li> <li>10. Какие различают виды КЗ в системах с заземленной нейтралью?</li> <li>11. Какие виды КЗ не бывают в системах с изолированной нейтралью?</li> <li>12. Расчетные токи КЗ служат для выбора:</li> <li>13. Наряду с короткими замыканиями случайного характера в системе имеют место также преднамеренные КЗ, вызываемые действием специальных аппаратов</li> <li>14. При каком соединении обмоток трансформатор учитывается в схеме замещения нулевой последовательности?</li> <li>15. Способность защиты отключать при коротком замыкании только поврежденный участок это</li> <li>16. Электроустановка для отключения участка сети при авариях, включающая трансформаторы, систему защиты и автоматики называется</li> <li>17. Какие источники реактивной мощности обеспечивают лучшую статическую устойчивость в узле нагрузки?</li> <li>18. Какие элементы электрической сети из перечисленных учитывают при расчете тока КЗ?</li> <li>19. На какие составляющие делится номинальный ток в цепи при возникновении КЗ?</li> <li>20. Для уменьшения тока КЗ в электрических сетях применяется</li> <li>21. Какие элементы следует включить в схему замещения для расчета токов КЗ на шинах напряжением выше 1 кВ?</li> <li>22. Выберите методы расчёта токов КЗ</li> <li>23. Назовите виды устойчивости электроэнергетической системы</li> <li>24. Вид устойчивости ЭЭС, определяемый, определяемая соотношением механической мощности, развиваемой турбинами электростанций, и</li> </ol>	ПК-2,Д.2

<p>электрической мощностью, отдаваемой в сеть</p> <p>25. Исследование какого вида устойчивости электрической системы предполагает определение поведения генераторов при больших возмущениях, расчет предельного времени отключения коротких замыканий, настройки регулирования возбуждения и противоаварийной автоматики?</p> <p>26. Что характеризует угловая характеристика мощности?</p> <p>27. Как называется электроустановка, предназначенная для приема и распределения электроэнергии на одном напряжении без преобразования?</p> <p>28. Какую форму имеет угловая характеристика мощности?</p> <p>29. Какие устройства автоматики используют на генераторах электростанций для повышения устойчивости энергосистемы?</p> <p>30. Факторы, влияющие на статическую устойчивость ЭЭС</p> <p>31. Ударным током короткого замыкания называют</p> <p>32. Метод площадей применяют...</p> <p>33. Выберите методы расчёта токов несимметричного КЗ</p> <p>34. При каких условиях произошло бы лавинное падение угла <math>\delta</math> и выход генераторов из синхронизма?</p> <p>35. Факторы, влияющие на повышение динамической устойчивости ЭЭС</p> <p>36. Коэффициент запаса динамической устойчивости - это отношение ...</p> <p>37. Виды переходных процессов в электрических системах</p> <p>38. Способность защиты отключать при коротком замыкании только поврежденный участок это...</p> <p>39. Какие элементы электрической сети из перечисленных учитывают при расчете тока КЗ?</p> <p>40. Для уменьшения тока КЗ в электрических сетях применяется...</p>	
--	--

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 выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой

эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

1. Приступать к работе можно только после ознакомления с рабочим местом.
2. Перед сборкой схем убедиться в том, что лабораторное оборудование отключено от источника питания.
3. Перед включением схемы убедиться в том, что вся включенная в схему коммутационная аппаратура (кнопки и др.) находится в исходном положении.
4. При включении и в процессе регулирования следить за показаниями основных измерительных приборов (цифровой осциллограф, мультиметр и др.) схемы.
5. В процессе работы не оставлять без присмотра рабочее место, которое находится под напряжением.
6. Не касаться неизолированных частей приборов и аппаратов, которые находятся под напряжением.
7. К лабораторным занятиям допускаются только те студенты, которые усвоили правила безопасности.
8. Лабораторные работы выполняются бригадой студентов в составе не менее двух человек.
9. Каждый студент должен подготовиться к лабораторной работе. При недостаточной подготовке студент не допускается к ее выполнению.
10. Собранная схема и написанная программа должна быть проверена преподавателем, который после проверки дает разрешение на проведение опытов.
11. Перед включением схемы студент, производящий данную операцию, должен предупредить членов своей бригады об этом фразой «Начинаем эксперимент».
12. После включения схемы без записи показаний приборов проверяется возможность выполнения лабораторной работы во всем заданном диапазоне изменения характеристик и показаний. Только после этого приступают к работе.
13. Результаты измерений по каждой характеристике должны быть проверены преподавателем.
14. Все переключения в схеме и ее окончательная разборка делается только с разрешения преподавателя. В случае неверности полученных данных работа переделывается.
15. После переключения схема должна быть проверена преподавателем.
16. В случае возникновения аварийной ситуации (появление дыма, запаха гари, несвойственных звуков, искры и др.) на рабочем месте необходимо немедленно отключить схему от напряжения и сообщить об этом событии преподавателю без любых изменений в схеме. Вместе с преподавателем надо найти причину аварии и устранить ее.
17. Студент должен бережно обращаться с предоставляемым ему оборудованием и компьютерной техникой, запрещается делать надписи мелом, карандашом или чернилами.



Нельзя загромождать рабочее место приборами и аппаратами, которые не используются в лабораторной работе, оставлять на них книги, тетради и др. предметы.

18. К следующему занятию каждый студент должен составить отчет по предыдущей лабораторной работе в соответствии с установленной формой.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

В отчете обязательно должны быть отражены следующие разделы: «Название», «Цель работы», «Содержание работы», «Схемы испытаний», «Результаты измерений и вычислений», «Анализ полученных характеристик и краткие выводы». В состав отчета могут быть включены другие разделы, которые учитывают специфику выполняемой лабораторной работы. Необходимые схемы, рисунки и графики можно чертить карандашом либо с использованием специальных программных продуктов на персональном компьютере.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Результаты выполненных лабораторных работ, оформляются в виде отчета по одному образцу. Отчет пишут с одной стороны листа формата А4 (размером 210×297 мм). Основные надписи выполняют в соответствии с Госстандартом.

Все выполненные и подписанные руководителем отчеты по лабораторным работам складывают в логической последовательности и брошюруют. При большом количестве страниц (более десяти) составляют содержание отчета, который размещают в альбоме после титульного листа. Титульный лист должен иметь надпись «Журнал лабораторных работ (отчеты)» с фамилией руководителя (преподаватель) и исполнителя (студент).

Для более полного и глубокого ознакомления студентов с ходом проведения лабораторных работ и отчетностью, в Личном кабинете в разделе «Задания» размещается электронная версия учебно-методических указаний.

11.4. 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.

#### 11.5. 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.

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.

#### 11.6. 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.

В случае невыполнения и/или неуспешной сдачи 3 и более практических работ, обучающийся, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена, не может получить аттестационную оценку выше "хорошо".

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».

11.7. 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