

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»  
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт**  
**Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники**



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **«Переходные процессы в системах электроснабжения»**

По направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

## Магистерская программа: «Энергоменеджмент»

Северодонецк – 2025

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Переходные процессы в системах электроснабжения» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, (магистерская программа «Энергоменеджмент») – 17 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Переходные процессы в системах электроснабжения» разработана в соответствии Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 147 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 82 от 08.02.2021 г.).

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

ст. преп. Карманов Н.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники «18 » февраля 2025 г., протокол №6.

Заведующий кафедрой ИТПЭ Чебан В.Г. Чебан

Переутверждена: «  »                  20   г., протокол №  .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «14 » марта 2025 г., протокол №7.

Председатель учебно-методической комиссии  
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»

Бородач Ю.В. Бородач

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цели изучения 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, дать представление о разновидностях переходных процессов (ПП).

Задачи:

- освоение изученных и получение новых знаний о переходных процессах в электроэнергетических системах;
- сформировать знания о ПП в электроэнергетических системах;
- освоить методы расчета ПП при симметричных и несимметричных режимах;
- научить выбору оборудования по условиям ПП
- формирование умения рассчитывать параметры переходных процессов в электроэнергетических системах;
- формирование умения анализировать результаты, полученные после расчета параметров переходных процессов в электроэнергетических системах;

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Переходные процессы в системах электроснабжения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание методик поиска, сбора и обработки информации; знания области применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов;

умение измерять основные электрические и неэлектрические величины, эффективно использовать современные аналоговые и цифровые средства измерительной техники;

навыки квалифицированно выбирать эффективные методы и средства при организации измерений и испытаний.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Моделирование в электроэнергетике».

Служит основой для освоения дисциплин: «Современные проблемы электроэнергетики», «Исследование и оптимизация параметров качества электроэнергии», «Техническая диагностика и надежность систем электроснабжения».

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-4. Способен выполнять анализ режимов работы объектов профессиональной деятельности	ПК-4.1. Знает нормативную документацию диспетчерского центра, определяющую порядок управления электроэнергетическим режимом энергосистемы, технологическими режимами работы и эксплуатационным состоянием объектов диспетчеризации ПК-4.2. Применяет в работе техническую, в том числе	<b>Знать:</b> нормативную документацию диспетчерского центра, определяющую порядок управления электроэнергетическим режимом энергосистемы, технологическими режимами работы и эксплуатационным состоянием объектов диспетчеризации <b>Уметь:</b> применять в работе техническую, в том числе

	инструктивную и оперативную документацию ПК-4.3. Владеет основными методами создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства, поведение и режимы работы объектов профессиональной деятельности	инструктивную и оперативную документацию <b>Владеть:</b> методами создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства, поведение и режимы работы объектов профессиональной деятельности
--	---	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>108</b> (3 зач. ед)	<b>108</b> (3 зач. ед)
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:</b>	<b>28</b>	<b>16</b>
Лекции	14	8
Семинарские занятия	—	—
Практические занятия	14	8
Лабораторные работы	—	—
Курсовая работа (курсовой проект)	—	—
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	—
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>80</b>	<b>92</b>
Форма аттестации	зачет	зачет

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

###### Тема 1. 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.

**Тема 2. 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.

###### Тема 3. 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.

**Тема 4. 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. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Понятие устойчивости электрической системы	4	2
2	Математические модели электрической системы и ее элементов, используемых в практических расчетах электромагнитных переходных процессов	4	2
3	Практические расчеты симметричного к.з. в электрических системах	2	2
4	Практические методы расчета режимов электрических систем с несимметрией	4	2
<b>Итого:</b>		<b>14</b>	<b>8</b>

#### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Понятие устойчивости электрической системы. Влияние режима электроснабжения в электрической системе на ее устойчивость.	2	2
2	Математические модели электрической системы и ее элементов, Используемых в практических расчетах электромагнитных переходных процессов. Симметричные короткие замыкания в электрических системах.	4	2
3	Практические расчеты симметричного к.з. в электрических системах. . Метод типовых кривых	4	2
4	Практические методы расчета режимов электрических систем с несимметрией. . Схемы замещения различных последовательностей.	4	2
<b>Итого:</b>		<b>14</b>	<b>8</b>

#### 4.5 .Лабораторные работы

*Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом*

#### 4.6 Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	<b>Тема 1.</b> 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.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	16	18
2	<b>Тема 2.</b> Математические модели электрической системы и ее элементов, используемые в практических расчетах электромагнитных переходных процессов.	Изучение лекционного материала.	16	18

	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.	Подготовка к практическим занятиям.		
3	Тема 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.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	16	20
4	Тема 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.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	32	36
<b>Итого:</b>			<b>80</b>	<b>92</b>

#### **4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине**

*Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом*

### **5. Образовательные технологии**

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде, самостоятельная работа, проблемное обучение.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### a) Основная литература:

1. Переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс] / Армееев Д.В., Гусев Е.П. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.340 с. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224988.html>
2. Беляков Ю.С. Электромеханические переходные процессы и устойчивость электроэнергетических систем (Краткий курс): учебное пособие / Ю.С. Беляков. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. - 103 с. [http://old.petrsu.ru/Chairs/KEPIE/Belyakov\\_4.pdf](http://old.petrsu.ru/Chairs/KEPIE/Belyakov_4.pdf)

б) Дополнительная литература:

1. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] / Герасимова В.Г. – М. : – Издательский дом МЭИ, 2017. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011751.html>
2. РД 153-34.0-20.527– 98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / под ред. Б. Н. Неклепаева. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 152с.
3. Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учеб. для вузов / С. А. Ульянов. – М.: Энергия, 1970. – 520 с.
4. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н. П. Крючков, Б. Н. Неклепаев, В. А. Старшинов и др. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 416 с.
5. Куликов, Ю. А. Переходные процессы в электрических системах: учеб. пособие / Ю. А. Куликов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 283 с.
6. Веников, В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1978. – 415 с.
7. Веников, В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1985. – 536 с.
8. Переходные процессы в электроэнергетических системах: метод. указания по лаб. работам № 1–2 / сост.: А. Э. Бобров, А. М. Дяков, В. Б. Зорин, Л.И. Пилющенко. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – 36 с.
9. Куликов, Ю. А. Переходные процессы в электрических системах. Текст Учеб. пособие Ю. А. Куликов. – 2-е изд., испр. и доп. - Новосибирск: НГТУ, 2006. – 282 с.
10. Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах Учеб. для электротехн. и энергет. вузов и фак. С. А. Ульянов. - М.: Энергия, 1970. – 517 с.
11. Жданов, П. С. Вопросы устойчивости электрических систем [Текст] П. С.Жданов; под ред. Л. А. Жукова. – Изд. стер. – М.: АльянС, 2019. – 455 с.

в) методические указания:

1. Конспект лекций по дисциплине " Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах "/ Сост. А.С. Захарчук. – Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017. – 98 с.
2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине " Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах"/ Сост. А.С. Захарчук. – Луганск: изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2017.– 45 с.
3. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине " Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах""/ Сост. А.С. Захарчук. - Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017.– 36 с.

г) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф>
2. Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации – <http://www.mnr.gov.ru>
3. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://обрнадзор.gov.ru>
4. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
5. Министерство природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР – <https://www.mprlnr.su>
6. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
7. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
8. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>

9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru>

10. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru>

Электронные библиотечные системы и ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» –

<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

3. Научная электронная библиотека eLIBRARI.RU» – <http://elibrary.ru>

4. ЭБС Издательства «ЛАНЬ» – <https://e.lanbook.com>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru>

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Переходные процессы в системах электроснабжения» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам. Лекционные и практические занятия могут проводиться в компьютерном классе (компьютеры с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде) или с применением презентационной техники (проектор, экран, компьютер).

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">https://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

**8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации по дисциплине**

**Паспорт  
оценочных средств по учебной дисциплине  
«Переходные процессы в системах электроснабжения»**

Перечень компетенций, формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формиро- вания (семестр изучения)
1	<b>ПК-4.</b>	Способен выполнять анализ режимов работы объектов профессиональной деятельности	ПК-4.1. Знает нормативную документацию диспетчерского центра, определяющую порядок управления электро-энергетическим режимом энергосистемы, технологическими режимами работы и эксплуатационным состоянием объектов диспетчеризации ПК-4.2. Применяет в работе техническую, в том числе инструктивную и оперативную документацию ПК-4.3. Владеет основными методами создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства, поведение и режимы работы объектов профессиональной деятельности	<b>Тема 1.</b> Понятие устойчивости электрической системы. <b>Тема 2.</b> Математические модели электрической системы и ее элементов, используемые в практических расчетах электромагнитных переходных процессов. <b>Тема 3.</b> Практические расчеты симметричного к.з. в электрических системах. <b>Тема 4.</b> Практические методы расчета режимов электрических систем с несимметрией.	2

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-4	<p>ПК-4.1. Знает нормативную документацию диспетчерского центра, определяющую порядок управления электро-энергетическим режимом энергосистемы, технологическими режимами работы и эксплуатационным состоянием объектов диспетчеризации ПК-4.2. Применяет в работе техническую, в том числе инструктивную и оперативную документацию ПК-4.3. Владеет основными методами создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства, поведение и режимы работы объектов профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> нормативную документацию диспетчерского центра, определяющую порядок управления электро-энергетическим режимом энергосистемы, технологическими режимами работы и эксплуатационным состоянием объектов диспетчеризации</p> <p><b>Уметь:</b> применять в работе техническую, в том числе инструктивную и оперативную документацию</p> <p><b>Владеть:</b> методами создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства, поведение и режимы работы объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4.</p>	<p>Вопросы для контроля усвоения теоретического материала, тестовым заданиям, к практическим работам, вопросы к зачету</p>

**8.1. Тестовые задания по дисциплине**  
**«Переходные процессы в системах электроснабжения»**  
**ТЕСТ**

1. Наиболее распространенным видом переходного процесса в энергосистемах при глухо заземленной нейтрали является .....
  - а) трехфазный;
  - б) двухфазный;
  - в) двухфазный на землю;
  - г) однофазный.
2. Одной из целей расчета ПП является .....
  - а) выбор и проверка электрических аппаратов и проводников;
  - б) выбор мощности силовых трансформаторов;
  - в) выбор количества проводов в расщепленной фазе;
  - г) определение допустимого расстояния между фазным проводом ЛЭП и землей.
3. Дополнить средний ряд напряжений 515; .....; 230; 115; ..... 20; 18; ..... 6,3; 3,15 кВ
  - а) 340; 37; 24; 15,75; 13,8
  - б) 330; 35; 27; 15; 13
  - в) 330; 37,5; 24; 15,75; 13,8
  - г) 340; 37,5; 24; 15,75; 13
4. Основные допущения, применяемые при расчете ПП, – это .....
5. Начальное действующее значение периодической составляющей тока в месте короткого замыкания определяется по выражению .....
6. Ударный коэффициент при трехфазном коротком замыкании определяется по выражению ..... и зависит от .....
7. Мощность короткого замыкания определяется по выражению .....
8. Короткое замыкание – это .....
9. Началом схемы нулевой последовательности считается точка, в которой .....
  - а) объединены свободные концы всех генерирующих и нагрузочных ветвей;
  - б) возникла рассматриваемая несимметрия;
  - в) объединены ветви с нулевым потенциалом.
10. Сопротивление, через которое заземлена нейтраль трансформатора, генератора, двигателя, нагрузки, в схему нулевой последовательности .....
  - а) не вводится;
  - б) вводится своей величиной;
  - в) должно быть введено утроенной величиной.
11. Схема обратной последовательности является .....
  - а) обычной схемой, которую составляют для расчета любого симметричного трехфазного режима или процесса, генераторы и нагрузки введены в нее соответствующими реактивностями и ЭДС, а остальные элементы – неизменными сопротивлениями;
  - б) обычной схемой, которую составляют для расчета любого симметричного трехфазного режима или процесса, генераторы и нагрузки введены в нее соответствующими реактивностями и ЭДС, равными нулю, а остальные элементы – неизменными сопротивлениями;
  - в) схемой, которая в значительной мере определяется соединением обмоток участающих трансформаторов и прочих элементов.
12. Если проводник РЕ замкнулся с двумя фазными проводниками, то такое короткое замыкание называется:
  - а) двухфазным,
  - б) однофазным,
  - в) двухфазным на землю,
  - г) трехфазным.
13. Ударный коэффициент может изменять свое значение значения в пределах:

- a)  $0 < Ky < 6$   
 б)  $1 < Ky < 2$   
 в)  $0 < Ky < 1$   
 г)  $2 < Ky < 3$
14. При расчете токов короткого замыкания в сетях напряжение до 1000 В применяют метод:  
 а) независимых единиц;  
 б) относительных единиц;  
 в) именованных единиц;  
 г) закон Ома.
15. Ударным током короткого замыкания (КЗ) называют:  
 а) наибольшее значение периодической составляющей тока КЗ;  
 б) наибольшее значения апериодической составляющей тока КЗ  
 в) наибольшее мгновенное значение полного тока КЗ  
 г) значение тока, вызванного ударом молнии.
16. Ударный ток наступает после начала КЗ через:  
 а) 0,1 с;  
 б) 0,01 с;  
 в) 0,2 с;  
 г) 0,002 с.
17. Автоматический регулятор возбуждения (АРВ) предназначен для  
 а) поддержания заданного напряжения на вводных зажимах электроприемника,  
 б) увеличения напряжения на выводах генератора при увеличении нагрузки и уменьшении напряжения при её снижении.  
 в) поддержания заданного напряжения на выводах генератора  
 г) поддержания частоты тока при изменении нагрузки.
18. Какой вид короткого замыкания считается симметричным?  
 а) однофазное,  
 б) двухфазное,  
 в) трехфазное,  
 г) двухфазное на землю.
19. При каких условиях допускается не учитывать активное сопротивление R элементов цепи при расчете тока КЗ:  
 а) если  $R < X$  в 1,5 раза  
 б) если  $R > X$  в 2 раза  
 в) если  $R < X$  в 3 раза  
 г) если  $R = X$ ,  
 где X – индуктивное сопротивление элемента цепи.
20. Из каких составляющих состоит ток короткого замыкания?  
 а) из постоянной и периодической;  
 б) из периодической и апериодической;  
 в) из постоянной и апериодической  
 г) только из периодической.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания»**

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	85 – 100% правильных ответов
4 (хорошо)	71 – 85% правильных ответов
3 (удовлетворительно)	61 – 70% правильных ответов
2 (неудовлетворительно)	60% правильных ответов и ниже

## 8.2. Практическое задание

*Практическое задание 1.* Расчет начального значения периодической составляющей тока переходного процесса.

*Практическое задание 2.* Расчет апериодической составляющей тока короткого замыкания и расчет ударного тока переходного процесса.

*Практическое задание 3.* Учет синхронных и асинхронных электродвигателей при расчете токов ПП.

*Практическое задание 4.* Проверка электрических аппаратов на электродинамическую стойкость при ПП.

*Практическое задание 5.* Определение критериев выбора коммутационных электрических аппаратов с учетом аварийных режимов.

## Расчетно-графическая работа 1

Для заданной схемы электрической сети [9, табл.2.3, вариант 1,2, 3,] выполнить расчет переходного процесса (ПП) без учета влияния других станций и системы.

Определить:

Периодическую составляющую переходного процесса от каждого генератора станции №1[9] и суммарный ток.

Периодическую составляющую результирующего начального тока ПП и тока для времени  $t = 0,5$  с методами: – типовых кривых; – расчетных кривых; – спрямленных характеристик.

Действующее значение тока ПП за первый период и тепловой импульс.

Мощность ПП в начальный момент и для времени  $t = 0,5$  с.

Оценить погрешность расчета практическими методами.

Примечания:

Расчеты произвести в системе относительных единиц при приближенном приведении. Для аналитического расчета начального момента расчет произвести также в именованных единицах.

Принять:

- мощность нагрузки равной суммарной мощности трансформаторов;
- сопротивление нагрузки  $X_n=1,2$ ;
- предельный ток возбуждения  $I= E=3$ ;
- синхронное сопротивление турбогенератора  $x_d = 1,2$ .

## Расчетно-графическая работа 2

Для заданной схемы электрической сети [9] выполнить расчет несимметричного переходного процесса при однофазном коротком замыкании в заданной точке без учета влияния других станций и системы.

Проделать следующие работы:

Составление и преобразование схем отдельных последовательностей.

Определение значений симметричных составляющих и полных фазных величин в точке КЗ.

Определение остаточных напряжений при несимметричном КЗ.

Определить периодическую составляющую начального тока КЗ от каждого генератора станции № 1 и суммарный ток однофазного КЗ.

Определить периодическую составляющую результирующего начального тока несимметричного переходного процесса.

Примечания:

Расчеты произвести в системе относительных единиц при приближенном приведении. Для аналитического расчета начального момента расчет произвести также в именованных единицах.

Принять:

- мощность нагрузки равной суммарной мощности трансформаторов;

- сопротивление нагрузки  $X_n=1,2$ ;
- предельный ток возбуждения  $I=E=3$ ;
- синхронное сопротивление турбогенератора  $x_d=1,2$  .

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Практическое задание»**

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
5 (отлично)	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.
4 (хорошо)	Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках освоенного учебного материала.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся выполнил задание неправильно. При выполнении обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.

### **8.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет) (вопросы, выносимые на зачет)**

1. Расчетные условия переходных процессов (ПП).
2. Расчетный вид переходных процессов.
3. Расчетная продолжительность ПП.
4. Расчетная схема ПП.
5. Представление расчетных параметров в системе относительных единиц.
6. Расчетные характеристики элементов энергетических систем.
7. Выбор базисных единиц при составлении схемы замещения в относительных единицах с учетом фактических коэффициентов трансформации и при их приближенном учете.
8. Выбор основной ступени напряжения при расчете ПП.
9. Определение сверхпереходных индуктивных сопротивлений синхронной машины по продольной и поперечной осям.
10. Расчет периодической составляющей тока ПП без учета влияния активного сопротивления элементов исходной расчетной схемы.
11. Определение результирующего эквивалентного сопротивления удаленной части электроэнергетической системы.
12. Метод типовых кривых.
13. Допущения, принимаемые при расчетах токов КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ.
14. Особенности расчета токов ПП в электроустановках, получающих питание непосредственно от сети энергосистемы.
15. Особенности расчета токов ПП в электроустановках от автономных источников питания.
16. Элементы цепи при расчете токов ПП учитываемые активными и индуктивными сопротивлениями.
17. Определение периодических и апериодических составляющих тока ПП.
18. Схема замещения для расчета несимметричных ПП.
19. Расчет ударного тока ПП.

20. Факторы, характеризующие электродинамическое воздействие токов ПП на электрооборудование.
21. Расчетные соотношения для силы взаимодействия проводников с током.
22. Электродинамическое воздействие тока ПП на проводники и электрооборудование.
23. Термическое воздействие тока ПП на проводники и электрооборудование.
24. Критерии термической стойкости проводников.
25. Методы и средства ограничения токов КЗ.
26. Общие требования к токоограничивающим устройствам.
27. Виды токоограничивающих коммутационных аппаратов и области их применения.
28. Проверка проводников и электрических аппаратов на термическую стойкость при КЗ.

**Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «зачет»**

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
зачтено	<p>Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач</p> <p>Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач</p>
не зачтено	<p>Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах</p> <p>Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы</p>

## **9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медицинско-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
  - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
  - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёт или экзамене, проводимом в устной форме, не более чем на 20 минут;
  - продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

**Лист изменений и дополнений**

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			