



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института электроэнергетики и  
электроники

Р.В.Ахметова

« 30 » мая 2023 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.08.02      Переходные процессы в электроэнергетических системах

Направление подготовки      13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

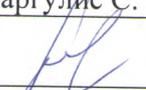
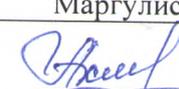
Направленность(профиль)      Электрические станции и подстанции

Квалификация      Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработали:

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Электрические станции им. В.К. Шибанова	к.т.н., доцент	Федотов Е. А.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭС им. В.К. Шибанова	19.05.2023	№6/23	 Зав.каф., к.т.н., доц. Маргулис С. М.
Согласована	ЭС им. В.К. Шибанова ЭС	19.05.2023	№6/23	 Зав.каф., к.т.н., доц. Маргулис С. М.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	30.05.2023	№8	 Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	№9	 Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.

**Рецензия на рабочую программу и оценочные материалы по дисциплине «Б1.В.ДЭ.02.08.02 Переходные процессы в электроэнергетических системах»**

Содержание РПД и ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и учебному плану.

РПД и ОМ соответствуют требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию РПД и ОМ по дисциплине, а именно:

1. Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2. Структура и содержание дисциплины соответствует учебному плану.

3. РПД содержит информацию об учебно-методическом, информационном и материально-техническом обеспечении дисциплины; об особенностях организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов и методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

4. Показатели и критерии оценивания компетенций в ОМ, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результаты обучения, уровней сформированности компетенций.

5. Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

6. Направленность РПД и ОМ по дисциплине соответствует целям ОП по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профстандартам.

**Заключение.** На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что РПД и ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рецензент

Главный инженер филиала

АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ -2

Гирфанов А.А.

(Фамилия И.О., место работы, должность, ученая степень)

Дата 19.05.2023



## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» является привить обучающимся по профилю «Электрические станции» навыки исследований электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах с учетом вращающихся машин, а также навыки расчетов величин при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях.

Задачами дисциплины являются:

- исследовать электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах с учетом вращающихся машин;
- освоить методику расчета величин при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-4 – Способен организовать оперативные действия по ликвидации технологических нарушений, аварий и пожаров на оборудовании цеха (под-разделения) электрических станций и подстанций	ПК-4.3 – Описывает причины возникновения технологических нарушений

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Электрические станции и подстанции, Электрические машины, Теоретические основы электротехники

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Режимы работы электрооборудования электрических станций и подстанций, ГИА

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			7		
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>216</b>		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*		102,6	102,6		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,89	68	68		
Лекции	0,50	18	18		
Практические (семинарские) занятия	0,94	34	34		
Лабораторные работы	0,44	16	0		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,11	148	148		
Проработка учебного материала	2,11	76	76		

Курсовой проект	0,00	0	0		
Курсовая работа	1,00	36	36		
Подготовка к промежуточной аттестации	1,00	36	36		
Промежуточная аттестация:				Э	
				КР	

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Курс		
			4		
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>216</b>		
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА*</b>		<b>63,9</b>	<b>63,9</b>		
<b>АУДИТОРНАЯ РАБОТА</b>	<b>0,61</b>	<b>22</b>	<b>22</b>		
Лекции	0,22	8	8		
Практические (семинарские) занятия	0,28	10	10		
Лабораторные работы	0,11	4	0		
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>	<b>5,39</b>	<b>194</b>	<b>194</b>		
Проработка учебного материала	4,14	149	149		
Курсовой проект	0,00	0	0		
Курсовая работа	1,00	36	36		
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9	9		
Промежуточная аттестация:				Э	
				КР	

**3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий**

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1: Общие сведения о переходных процессах в электрических системах. Общие указания к выполнению расчетов переходных процессов	16	2		4	10		ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В

Раздел 2: Переходные процессы при симметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях	30	2	8	4	16	ТК1	ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В
Раздел 3: Переходные процессы в синхронной машине при трехфазных коротких замыканиях	26	4		8	14		ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В
Раздел 4: Переходные процессы при несимметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях	34	6	4	8	16	ТК2	ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В
Раздел 5: Расчет токов и напряжений при различных несимметричных коротких замыканиях	24	2	4	8	10		ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В
Раздел 6: Комплексные схемы замещения. Применение ЭВМ для расчета электромагнитных переходных процессов.	14	2		2	10	ТК3	ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В
Курсовая работа					36		ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В
Экзамен	36				36	ОМ	ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В
<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>148</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

РАЗДЕЛ 1. Общие сведения о переходных процессах в электрических системах. Общие указания к выполнению расчетов переходных процессов:

Причины возникновения и следствия. Допущения, принимаемые при исследовании переходных процессов.

Назначение расчетов. Виды коротких замыканий. Общие методики расчета. Понятие о расчетных условиях. Система относительных единиц.

Система именованных единиц. Схемы замещения основных элементов электрической системы.

Математическая модель синхронной машины. Принцип замены переменных в координатах  $A, B, C$  переменными в координатах  $d, q, 0$ . Уравнения Парка-Горева.

## РАЗДЕЛ 2. Переходные процессы при симметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях

Установившийся режим. Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи. Решение дифференциального уравнения переходного процесса. Выражения для тока КЗ. Действующие значения полных величин и их слагающих. Переходной процесс в неподвижных магнитосвязанных цепях.

Установившиеся режимы трехфазного короткого замыкания.

Влияние и учет нагрузки в установившемся режиме КЗ. Режимы работы генератора с АРВ. Критический ток и критическая реактивность. Порядок расчета установившегося тока КЗ в системе с генераторами без АРВ. Порядок расчета установившегося тока КЗ в системе с генераторами, снабженными АРВ. Условия допустимости несинхронного включения генератора.

## РАЗДЕЛ 3. Переходные процессы в синхронной машине при трехфазных коротких замыканиях

Трехфазное короткое замыкание в синхронной машине; переходные и сверхпереходные ЭДС и сопротивления.

Внезапное короткое замыкание синхронной машины без демпферных обмоток. Выражения для определения ЭДС и сопротивлений синхронных двигателей и генераторов. Векторная диаграмма неявнополюсной синхронной машины. Влияние и приближенный учет демпферных обмоток.

## РАЗДЕЛ 4. Переходные процессы при несимметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях

Несимметричные короткие замыкания, методы их расчета.

Переходной процесс при несимметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях. Параметры элементов для токов прямой и обратной последовательностей. Принцип составления схемы нулевой последовательности. Распределение и трансформация токов и напряжений.

## РАЗДЕЛ 5. Расчет токов и напряжений при различных несимметричных коротких замыканиях

Расчет токов и напряжений при различных несимметричных коротких замыканиях. Правило эквивалентности прямой последовательности.

## РАЗДЕЛ 6. Комплексные схемы замещения. Применение ЭВМ для расчета электромагнитных переходных процессов

Комплексные схемы замещения. Применение ЭВМ для расчета электромагнитных переходных процессов.

### **3.4. Тематический план практических занятий**

Решение задач по разделу 1 «Общие сведения о переходных процессах в электрических системах. Общие указания к выполнению расчетов переходных процессов»: Система относительных единиц. Система именованных единиц. Схемы замещения основных элементов электрической системы. Математическая модель синхронной машины. Принцип замены переменных в координатах А, В, С переменными в координатах  $d, q, 0$ . Уравнения Марка-Горева.

Решение задач по разделу 2 «Переходные процессы при симметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях»: Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи. Выражения для тока КЗ. Действующие значения полных величин и их слагающих. Влияние и учет нагрузки в установившемся режиме КЗ. Порядок расчета установившегося тока КЗ в системе с генераторами без АРВ. Порядок расчета установившегося тока КЗ в системе с генераторами, снабженными АРВ.

Решение задач по разделу 3 «Переходные процессы в синхронной машине при трехфазных коротких замыканиях»: Выражения для определения ЭДС и сопротивлений синхронных двигателей и генераторов. Влияние и приближенный учет демпферных обмоток.

Решение задач по разделу 4 «Переходные процессы при несимметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях»: Несимметричные короткие замыкания, методы их расчета. Переходной процесс при несимметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях. Параметры элементов для токов прямой и обратной последовательностей. Распределение и трансформация токов и напряжений.

Решение задач по разделу 5 «Расчет токов и напряжений при различных несимметричных коротких замыканиях»: Расчет токов и напряжений при различных несимметричных коротких замыканиях.

Решение задач по разделу 6 «Комплексные схемы замещения. Применение ЭВМ для расчета электромагнитных переходных процессов»: Составление комплексных схемы замещения. Применение ЭВМ для расчета электромагнитных переходных процессов.

### **3.5. Тематический план лабораторных работ**

Раздел 2 «Переходные процессы при симметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях»: Трехфазное короткое замыкание в цепи синхронной машины без демпферных обмоток. Определения углов сдвигов ЭДС и напряжений синхронных генераторов. Определение статических характеристик нагрузок электрической цепи.

Раздел 4 «Переходные процессы при несимметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях»: Определение токов и напряжений при различных несимметричных коротких замыканиях.

Раздел 5 «Расчет токов и напряжений при различных несимметричных коротких замыканиях»: Применение ЭВМ для расчета электромагнитных переходных процессов.

### 3.6. Курсовая работа

№ п/п	Содержание курсовой работы	Трудоемкость, час.
1	Трехфазные короткие замыкания. Составление схемы замещения. Расчет параметров схемы замещения	9
2	Расчет составляющих токов трехфазного короткого замыкания в заданных точках схемы.	9
3	Несимметричные короткие замыкания. Составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчет параметров схем замещения	9
4	Несимметричные короткие замыкания. Расчет симметричных составляющих токов и напряжений в заданных точках схемы	9
Всего		36

### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

#### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-4	ПК-4.3	<p>знать:</p> <p>Схемы, конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики, правила эксплуатации оборудования, сооружений и устройств,</p>	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки

		<p>технологических систем цеха (подразделения) ТЭС в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах работы в объеме требований, установленных для начальника смены цеха (подразделения)</p>				
уметь:						
<p>Разъяснять значение профессиональных норм и правил для обеспечения надежной работы оборудования и требований охраны труда</p>		<p>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи, выполнены все задания в полном объеме</p>	<p>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами</p>	<p>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме</p>	<p>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки</p>	
владеть:						
<p>Подробным описанием технологических нарушений в оперативном журнале, причин их возникновения, последовательности действий оперативного и ремонтного персонала по</p>		<p>Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач, выполнении физических экспериментов,</p>	<p>Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнении физических экспериментов,</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, выполнении физических экспериментов,</p>	<p>Не продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнении</p>	

		их устранению	обработки и интерпретации их результатов без ошибок и недочетов	ментов, обработки и интерпретации их результатов с некоторыми недочетами.	ментов, обработки и интерпретации их результатов с некоторыми недочетами	ния физических экспериментов, обработки и интерпретации их результатов, имеют место грубые ошибки.
--	--	---------------	---	---	--	--

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

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

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, М. В. Пираторов. — Москва : НИУ МЭИ, 2018. — 396 с. — ISBN 978-5-7046-1948-2. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/307238>.

2. Крючков, И. П. Короткие замыкания и выбор электрооборудования: учебное пособие для вузов / Крючков И. П. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01191-1. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт].- URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011911.html>.

3. Крючков, И. П. Короткие замыкания и несимметричные режимы электроустановок: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, М. В. Пираторов; под ред. И. П. Крюčkова. - 2-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2021. - ISBN 978-5-383-01449-3. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014493.html>.



### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Кирилин, А. А. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие / А. А. Кирилин. - 2-е изд. - пос. Караваево: КГСХА, 2016. - 40 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/133720>.

2. Сенько, В. В. Несимметричные электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие / В. В. Сенько - Самара: АСИ СамГТУ, 2015. - 54 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/127587>.

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Дистанционный курс «Переходные процессы в электроэнергетических системах» на образовательной площадке LMS MOODLE  
<https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=789>

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>
2. Российская национальная библиотека <http://nlr.ru/>
3. «Консультант плюс» <http://www.consultant.ru/>

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Pro) Пользовательская операционная система; ЗАО «СофтЛайнТрейд» №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно;
2. Браузер Chrome Система поиска информации в сети интернет; Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно;
3. LMS Moodle ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента; Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно.

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения

	семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	(мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «Электроэнергетика», Г-212	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: Модель электрической системы - производство, передача, распределение, потребление и качество электроэнергии, электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах
	Компьютерный класс с выходом в Интернет Б-305а	Специализированное программное обеспечение по профилю дисциплины: PS CAD, PowerFactory Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет Б-305а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается

возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

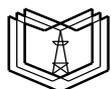
- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**КГЭУ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.02.08.02 Переходные процессы в электроэнергетических системах

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

## 1. Технологическая карта

Семестр   1  

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. «Общие сведения о переходных процессах в электрических системах. Общие указания к выполнению расчетов переходных процессов»</b>	<b>ТК1</b>	<b>10</b>	<b>0-5</b>					<b>10-15</b>	<b>10-15</b>
<b>Раздел 2. «Переходные процессы при симметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях»</b>									
Тест		5							
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)		5							
<b>Раздел 3. «Переходные процессы в синхронной машине при трехфазных коротких замыканиях»</b>	<b>ТК2</b>			<b>15</b>	<b>0-5</b>			<b>15-20</b>	<b>15-20</b>
<b>Раздел 4. «Переходные процессы при несимметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях»</b>									
Тест				10					
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)				5					
<b>Раздел 5. «Расчет токов и напряжений при различных несимметричных коротких замыканиях»</b>	<b>ТК3</b>					<b>15</b>	<b>0-5</b>	<b>15-20</b>	<b>15-20</b>
Отчет по лабораторной работе						5			

(ОЛР)									
<b>Раздел 6. «Комплексные схемы замещения. Применение ЭВМ для расчета электромагнитных переходных процессов»</b>									
Тест						10			
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-45</b>
В письменной форме по билетам									0-45

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-4	ПК-4.3	<p>знать:</p> <p>схемы, конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики, правила эксплуатации оборудования, сооружений и устройств, технологических систем цеха (подразделения) ТЭС в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах работы в объеме требований, установленных для начальника</p>	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки

		смены цеха (подразделения);				
		уметь:				
		разъяснять значение профессиональных норм и правил для обеспечения надежной работы оборудования и требований охраны труда	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		владеть:				
		подробным описанием технологических нарушений в оперативном журнале, причин их возникновения, последовательности действий оперативного и ремонтного персонала по их устранению	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач, выполнении физических экспериментов, обработки и интерпретации их результатов без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнении физических экспериментов, обработки и интерпретации их результатов с некоторыми недочетами.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, выполнения физических экспериментов, обработки и интерпретации их результатов с некоторыми недочетами	Не продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнения физических экспериментов, обработки и интерпретации их результатов, имеют место грубые

						ошибки.
--	--	--	--	--	--	---------

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение контрольных работ и тестовых заданий в семестре без ошибок и недочетов; глубокое понимание и умение применять физические законы для решения задач теоретического, экспериментального и прикладного характера, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение контрольных работ и тестовых заданий в семестре с минимальными ошибками и недочетами; понимание и умение применять физические законы для решения задач теоретического, экспериментального и прикладного характера, достаточно полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение контрольных работ и тестовых заданий в семестре с большим количеством ошибок и недочетов; минимальный набор навыков выполнения физических экспериментов, обработки и интерпретации их результатов.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение контрольных работ в семестре и отсутствие минимальных навыков выполнения физических экспериментов, обработки и интерпретации их результатов.

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и	Темы индивидуальных работ

	уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	
Экзамен	Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из экзаменационных билетов с теоретическими вопросами и заданиями практического характера для проверки практических умений.	Перечень теоретических вопросов

**4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**  
 Проверяемая компетенция: Проверяемая компетенция: ПК-4

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1:**

**Тест**

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Ток КЗ в цепи с индуктивностью и активным сопротивлением содержит:	Апериодическую и экспоненциальную составляющие.
	Периодические составляющие одинарной и двойной частоты.
	Периодическую и апериодическую составляющие
Ударный ток КЗ достигается приблизительно через:	Полпериода после возникновения КЗ.
	0,01 с после возникновения КЗ
	0,001 с после возникновения КЗ.
Для метода типовых кривых при наличии в схеме только источников конечной мощности выбрать правильную последовательность действий:	Составление схемы замещения, в которую источники вводятся своими сверхпереходными ЭДС и сопротивлениями
	Преобразование схемы замещения с целью нахождения результирующего сопротивления относительно места КЗ
	Преобразование схемы замещения с выделением двух групп источников с целью нахождения результирующего сопротивления относительно места КЗ

**Отчет по лабораторной работе (ОЛР)**

Указания по оформлению отчета к лабораторной работе.

Отчет оформляется каждым студентом индивидуально и должен содержать: номер и название работы, цель работы, дату выполнения, краткое описание теории изучаемого вопроса, основные характеристики измерительных приборов, записи результатов прямых измерений и расчетов косвенных измерений, оформленные в виде таблицы, графики полученных зависимостей (если требуются), запись вычислений, приводящих к окончательному результату, расчет ошибок измерений и окончательный результат с указанием ошибки измерения, выводы.

Все графики должны быть выполнены на миллиметровой бумаге. При расчетах необходимо использовать единицы системы СИ.

К каждой лабораторной работе содержится перечень вопросов для защиты лабораторной работы.

**Пример:** Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ СИММЕТРИЧНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

**Контрольные вопросы:**

1. Причины возникновения, последствия, назначение расчетов КЗ, основные допущения?
2. Что такое установившейся режим КЗ?
3. Каковы особенности трехфазного КЗ на выводах генератора без АРВ?
4. Каковы особенности трехфазного КЗ на выводах генератора с АРВ?
5. Что такое система относительных единиц?
6. Какие составляющие присутствуют при трехфазном КЗ.

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК2:**

**Тест**

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Началом схемы нулевой последовательности считается точка, в которой:	объединены свободные концы всех генерирующих и нагрузочных ветвей
	возникла рассматриваемая несимметрия
	объединены ветви с нулевым потенциалом
Схема обратной последовательности является:	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
	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
	схемой, которая в значительной мере определяется соединением обмоток участвующих трансформаторов и прочих элементов
Для метода типовых кривых при наличии в схеме только источников конечной мощности выбрать правильную последовательность действий:	Составление схемы замещения, в которую источники вводятся своими сверхпереходными ЭДС и сопротивлениями
	Преобразование схемы замещения с целью нахождения результирующего сопротивления относительно места КЗ
	Преобразование схемы замещения с выделением двух групп источников с целью нахождения результирующего сопротивления относительно места КЗ

**Отчет по лабораторной работе (ОЛР)**

Указания по оформлению отчета к лабораторной работе.

Отчет оформляется каждым студентом индивидуально и должен содержать: номер и название работы, цель работы, дату выполнения, краткое описание теории изучаемого вопроса, основные характеристики измерительных приборов, записи результатов прямых измерений и расчетов

косвенных измерений, оформленные в виде таблицы, графики полученных зависимостей (если требуются), запись вычислений, приводящих к окончательному результату, расчет ошибок измерений и окончательный результат с указанием ошибки измерения, выводы.

Все графики должны быть выполнены на миллиметровой бумаге. При расчетах необходимо использовать единицы системы СИ.

К каждой лабораторной работе содержится перечень вопросов для защиты лабораторной работы.

**Пример:** Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСИММЕТРИЧНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

**Контрольные вопросы:**

- 1) Что такое несимметричное КЗ?
- 2) Что такое продольная и поперечная несимметрия?
- 3) Что такое симметричные составляющие?
- 4) Какие виды несимметричного КЗ можете назвать?
- 5) Для чего необходимы расчеты несимметричных КЗ?
- 6) Как влияет параметры сети на величину токов КЗ?

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТКЗ:**

**Тест**

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Ударный коэффициент рассчитывается по формуле:	$k_y = e^{-\frac{0.01}{T}}$
	$k_y = 1 - e^{-\frac{0.01}{T}}$
	$k_y = 1 + e^{-\frac{0.01}{T}}$
Постоянная времени T (с) цепи с индуктивностью L (Гн) и активным сопротивлением R (Ом) определяется как:	$T = \frac{L}{R}$
	$T = \frac{R}{L}$
	$T = RL$
Для случая однофазного КЗ выбрать дополнительное сопротивление и значение коэффициента $m^{(n)}$ :	$\Delta x^{(n)} = x_{2\Sigma}; m^{(n)} = \sqrt{3}$
	$\Delta x^{(n)} = x_{2\Sigma} + x_{0\Sigma}; m^{(n)} = 3$
	$\Delta x^{(n)} = \frac{x_{2\Sigma}x_{0\Sigma}}{x_{2\Sigma} + x_{0\Sigma}}; m^{(n)} = \sqrt{3} \sqrt{1 - \frac{x_{2\Sigma}x_{0\Sigma}}{(x_{2\Sigma} + x_{0\Sigma})^2}}$

**Отчет по лабораторной работе (ОЛР)**

Указания по оформлению отчета к лабораторной работе.

Отчет оформляется каждым студентом индивидуально и должен содержать:

номер и название работы, цель работы, дату выполнения, краткое описание теории изучаемого вопроса, основные характеристики измерительных приборов, записи результатов прямых измерений и расчетов косвенных измерений, оформленные в виде таблицы, графики полученных зависимостей (если требуются), запись вычислений, приводящих к окончательному результату, расчет ошибок измерений и окончательный результат с указанием ошибки измерения, выводы.

Все графики должны быть выполнены на миллиметровой бумаге. При расчетах необходимо использовать единицы системы СИ.

К каждой лабораторной работе содержится перечень вопросов для защиты лабораторной работы.

**Пример:** Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

**Контрольные вопросы:**

1. Что схема замещения прямой последовательности?
2. Что схема замещения обратной последовательности?
3. Что схема замещения нулевой последовательности?
4. В каких случаях токов нулевой последовательности не будут циркулировать в схемах?

**Промежуточная аттестация ОМ:**

**Вопросы к экзамену**

1. Причина возникновения, последствия, назначение расчетов КЗ, основные допущения
2. Система относительных единиц
3. Приведение параметров схемы к одной ступени напряжения
4. Переходный процесс в трёхфазной цепи, питаемой от источника бесконечной мощности
5. Преобразование схем замещения
6. Эквивалентная постоянная времени
7. Установившийся режим КЗ
8. Влияние и учет нагрузки в установившемся режиме
9. Расчет начального сверхпереходного и ударного тока
10. Учет двигателей и нагрузок в начальный момент времени
11. Трёхфазное КЗ на выводах генератора без АРВ
12. Трёхфазное КЗ на выводах генератора с АРВ
13. Уравнение переходного процесса синхронной машины
14. Независимая система возбуждения СГ
15. Система самовозбуждения СГ
16. Бесщеточная система возбуждения СГ
17. Система автоматического регулирования возбуждения СГ
18. Гашение магнитного поля синхронных машин

19. Трансформаторы и автотрансформаторы: схемы замещения и параметры при расчете токов КЗ
20. Линии электропередач: схемы замещения, параметры
21. Нагрузка: схема замещения, и параметры при расчете токов КЗ
22. Метод симметричных составляющих
23. Синхронные машины: параметры обратной и нулевой последовательности
24. Трансформаторы и автотрансформаторы: параметры обратной и нулевой последовательности
25. Воздушные и кабельные линии: параметры обратной и нулевой последовательности
26. Асинхронные двигатели: параметры обратной и нулевой последовательности
27. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности
28. Однофазное КЗ
29. Двухфазное КЗ
30. Двухфазное КЗ на землю
31. Алгоритм расчета несимметричного тока КЗ
32. Комплексные схемы замещения
33. Сравнение токов КЗ
34. Обрыв одной фазы
35. Обрыв двух фаз
36. Несимметрия при включении сопротивлений
37. Алгоритм расчета продольной несимметрии
38. Расчет токов КЗ в сетях до 1 кВ

**Курсовая работа на тему «Расчет токов короткого замыкания в электрической системе»**

*Пример задания на курсовую работу*

