



КГУУ

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

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол № 7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор института  
Электроэнергетики и электроники

Ахметова Р.В.

«30» мая 2023 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.09.01 Электромеханические переходные процессы

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность(и)  
(профиль(и)) Электроэнергетические системы и сети

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ЭСиС	Доцент, к.ф.-м.н., доцент	Хузяшев Р. Г.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭСиС	17.05.2023	32	Зав. кафедрой, к.т.н, доцент Максимов В.В.
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.

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

*(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)*

Целью освоения дисциплины «Электромеханические переходные процессы» является изучение переходных процессов для представления причин их возникновения, физической сущности процессов, предвидения протекания процессов и управления ими.

Задачами дисциплины являются: Привить обучающимся навыки исследований электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах с учетом вращающихся машин, а также навыки расчетов величин при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях (КЗ).

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3.2 Рассчитывает режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования	ПК-3.2 Разрабатывает режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования
ПК-3.4 Характеризует технические средства диагностики оборудования электроэнергетических систем и сетей	ПК-3.4 Выбирает средства диагностики оборудования объектов электроэнергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования
ПК-1.1 Разбирается в способах выработки, передачи, распределения электрической энергии, закономерностях функционирования сетей и энергосистем	ПК-1.1 Планирует, ставит задачи и выбирает методы исследования в области электроэнергетических систем, сетей, электропередач, их режимов, устойчивости и надежности

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. \_  
Электрические станции и подстанции, Электрические цепи и электротехнические устройства, Электромагнитная совместимость.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.  
Проектирование электрических сетей и оборудования подстанций среднего и высшего напряжения

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			7		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	144		

КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	49	49		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,88	32	32		
Лекции	0,22	8	8		
Практические (семинарские) занятия	0,22	8	8		
Лабораторные работы	0,44	16	16		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,11	112	112		
Проработка учебного материала	2,11	76	76		
Курсовой проект					
Курсовая работа					
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36		
Промежуточная аттестация:			Э		

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			9		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	144		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	52	52		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,44	16	16		
Лекции	0,11	4	4		
Практические (семинарские) занятия	0,11	4	4		
Лабораторные работы	0,22	8	8		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,55	128	128		
Проработка учебного материала	3,3	119	119		
Курсовой проект					
Курсовая работа					
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9	9		
Промежуточная аттестация:			Э		

### 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	10	2	2	2	4	ТК1	ПК-1.1, ПК-3.2.У, ПК-3.4.
Раздел 2	10	2	2	2	4	ТК2	ПК-1.1, ПК-3.2, ПК-3.4.
Раздел 3	10	2	2	2	4	ТК3	ПК-1.1, ПК-3.2.3, ПК-3.4.3.
Раздел 4	10	2	2	2	4	ТК4	ПК-1.1, ПК-3.2.3, ПК-3.4.У
Раздел 5-12	76					<b>ОМ</b>	ПК-1.1, ПК-3.2, ПК-3.4.У

Экзамен	28					<b>ОМ</b>	ПК-1.1, ПК-3.2, ПК-3.4.
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>76</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Введение.

Тема 1.1. Введение в учение об электромеханических переходных процессах в электрических системах. Классификация электромеханических переходных процессов. Простейшая электрическая система и ее схема замещения. Основные характеристики главных элементов простейшей электрических систем. Нормативы на режимные параметры электроэнергетических систем.

#### Раздел 2. Введение.

##### Тема 2.1.

Автономная электроэнергетическая система Схема и уравнения описывающие автономную электроэнергетическую систему. Зависимости режимных параметров от параметров системы автономной электроэнергетической системы. Связь величин внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки автономной электроэнергетической системы

#### Раздел 3.

Простейшая модель объединенной электроэнергетической системы Схема и уравнения описывающие объединенную электроэнергетическую систему. Зависимости режимных параметров от параметров системы автономной электроэнергетической системы. Связь величины активной мощности вырабатываемой генератором от угла системы. Метод наложения.

#### Раздел 4.

Устойчивость электроэнергетических систем Статическая устойчивость электрической системы. Практические критерии устойчивости. Прямой критерий устойчивости, косвенные критерии статической устойчивости. Динамическая устойчивость электрической системы. Анализ протекания процессов во времени при больших возмущениях и малых изменениях скорости.

#### Раздел 5.

Энергетические соотношения, характеризующие движения ротора генератора. Способ площадей и критерий устойчивости. Понятие о балансе вырабатываемой и потребляемой электроэнергии. Оценка потенциальной и кинетической энергии накапливаемой ротором генератора. Критическая величина угла системы.

#### Раздел 6.

Предельный угол отключения короткого замыкания Понятие о балансе вырабатываемой и потребляемой электроэнергии. Оценка потенциальной и кинетической энергии накапливаемой ротором генератора. Критическая величина угла системы.

#### Раздел 7.

Метод последовательных интервалов. Понятие о уравнении Ньютона при рассмотрении движения ротора генератора. Сила, скорость и ускорение при при рассмотрении вращения ротора генератора. Уравнения равноускоренного движения. Приближенное решение дифференциального уравнения движения ротора генератора.

#### Раздел 8.

Метод малых колебаний. Понятие о уравнении Ньютона при рассмотрении движения ротора генератора. Сила, скорость и ускорение при при рассмотрении вращения ротора генератора. Приближенное решение дифференциального уравнения движения ротора генератора.

#### Раздел 9.

Регулирование возбуждения и скорости агрегатов электрической системы. Классификация систем регулирования. Пропорциональное регулирование. Сильное регулирование.

Раздел 10.

Применение способа площадей при анализе действия автоматического регулирования. Зависимость угловой характеристики от изменяющегося возбуждения. Соблюдение баланса кинетической и потенциальных энергий вращения ротора генератора

Раздел 11.

Характеристики асинхронных двигателей Схема замещения асинхронного двигателя. Математическая связь системных и режимных параметров асинхронного двигателя. Связь скольжения и устойчивости асинхронного двигателя

Раздел 12.

Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходного процесса Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах. Улучшение характеристик основных элементов в электрической системе. Мероприятия по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости. Мероприятия режимного характера, направленные на улучшение надежности работы системы в целом.

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Автономная электроэнергетическая система	2
2	Устойчивость электроэнергетических систем	2
3	Предельный угол отклонения короткого замыкания	2
4	Метод малых колебаний	2
	Всего	8

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
Автономная электроэнергетическая система.	4
Устойчивость электроэнергетических систем	4
Предельный угол отклонения короткого замыкания.	4
Асинхронные двигатели и их схема замещения	4
Всего	16

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 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-3	ПК-3.2	знать:				
		мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходного процесса	Успешное и систематическое владение навыками без ошибок и недочетов применения современных методов проектирования электроэнергетических систем	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения навыками с некоторыми недочетами применения современных методов проектирования электроэнергетических систем	Имеется минимальный набор навыков с некоторыми недочетами применения современных методов проектирования электроэнергетических систем	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками и применения современных методов проектирования электроэнергетических систем, имеют место грубые ошибки
уметь:						
моделировать переходные процессы в узлах нагрузки энергосистемы			Успешное и систематическое владение навыками без ошибок и недочетов применения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения навыками	Имеется минимальный набор навыков с некоторыми недочетами применения	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками и применения

			ия современных методов проектирования электроэнергетических систем	с некоторыми недочетами применены современные методы проектирования электроэнергетических систем	ия современных методов проектирования электроэнергетических систем	современных методов проектирования электроэнергетических систем, имеют место грубые ошибки
		владеть:				
	информацией об отклонениях параметров режима энергосистем в начальной стадии переходного процесса	Успешное и систематическое владение навыками без ошибок и недочетов составления описания проводимых исследований об отклонениях параметров режима энергосистем в начальной стадии переходного процесса	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения навыками с некоторыми недочетами составления описания проводимых исследований об отклонениях параметров режима энергосистем в начальной стадии переходного процесса	Имеется минимальный набор навыков с некоторыми недочетами составления описания проводимых исследований об отклонениях параметров режима энергосистем в начальной стадии переходного процесса	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками и составления описания проводимых исследований об отклонениях параметров режима энергосистем в начальной стадии переходного процесса	
		знать:				
ПК-3.4	мероприятия по улучшению	Уровень знаний	Уровень знаний	Уровень знаний	Уровень знаний	Уровень знаний

		устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах	мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах систематическим и сформирован в объеме, соответствует программной подготовке, без ошибок	мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах в целом успешно сформирован в объеме, соответствует программной подготовке, имеет место несколько не грубых ошибок	мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах, имеет место много не грубых ошибок	мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах ниже минимальных требований, фрагментарны, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		оценивать потенциальную и кинетическую энергию накапливаемую ротором генератора	Продемонстрированы все основные умения оценивать потенциальную и кинетическую энергию накапливаемую ротором генератора, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами	Продемонстрированы, в целом, все основные умения оценивать потенциальную и кинетическую энергию накапливаемую ротором генератора, решены все основные задачи с не грубыми ошибками,	Продемонстрированы, в целом, все основные, но не систематически и правильные, умения оценивать потенциальную и кинетическую энергию накапливаемую ротором генератора, решены	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения оценивать потенциальную и кинетическую энергию накапливаемую ротором генератора имеют место грубые ошибки

			ми, выполнены все задания в полном объеме	выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	
		владеть:				
		навыками приближенного решения дифференциальных уравнений движения ротора генератора	Успешное и систематическое владение навыками приближенного решения дифференциальных уравнений движения ротора генератора	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения навыками приближенного решения дифференциальных уравнений движения ротора генератора	Имеется минимальный набор навыков с некоторыми недочетами приближенного решения дифференциальных уравнений движения ротора генератора	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками и приближенно о решения дифференциальных уравнений движения ротора генератора, имеют место грубые ошибки
ПК-1	ПК-1.1	знать:				
		мероприятия по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости	Уровень знаний мероприятий по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости систематический и сформирован в объеме, соответствует	Уровень знаний мероприятий по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости в целом успешно сформирован в объеме, соответствует	Уровень знаний мероприятий по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний мероприятий по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости ниже минимальных требований, фр

			вую щем программ е подготовк и, без ошибок	вую щем программ е подготовк и, имеет место несколько не грубых ошибок		агментар ен, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		вычислять критическую величину угла системы	Продемонстрированы все основные умения вычислять критическую величину угла системы, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы, в целом, все основные умения оценивать вычислять критическую величину угла системы, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы, в целом, все основные, но не систематически правильные, умения вычислять критическую величину угла системы, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения вычислять критическую величину угла системы имеют место грубые ошибки
		владеть:				
		методами наложения	Успешное и систематическое владение методами наложения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения методами	Имеется минимальный набор навыков с некоторыми недочетами методов	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками и методов наложения

				наложены я	наложены я	я, 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. Немцов, М.В., Электротехника и электроника : учебник / М.В. Немцов. — Москва : КноРус, 2020. — 560 с. — ISBN 978-5-406-07749-8. — URL: <https://book.ru/book/934350> — Текст : электронный.

2. Новиков, Ю. Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях : учебное пособие / Ю. Н. Новиков. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1184-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210584>

#### Дополнительная литература

1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах : учебное пособие / Р. Г. Хузяшев, О. В. Наумов. - Казань : КГЭУ, 2018. - 90 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>. - Текст : электронный.

2. Практические методы расчета токов короткого замыкания : учебное пособие / Р. С. Сайтбаталова, Н. И. Варламов, Р. У. Галеева. - 3-е изд., доп. - Казань : КГЭУ, 2015. - 178 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>. - Текст : электронный.

### 5.2. Информационное обеспечение

#### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://www.minobrnauki.gov.ru/">https://www.minobrnauki.gov.ru/</a>
2	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	<a href="https://minenergo.gov.ru/opendata">https://minenergo.gov.ru/opendata</a>
3	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
4	Университетская информационная система	<a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a>
5	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
6	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
7	«Гарант»	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
8	Электронная библиотека Нэлбук	<a href="http://nelbook.ru/">ttp://nelbook.ru/</a> .
9	LMS MOODLE	<a href="http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=228">http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=228</a>
10	ЭБС Лань	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>

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

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://www.minobrnauki.gov.ru/">https://www.minobrnauki.gov.ru/</a>	<a href="https://www.minobrnauki.gov.ru/">https://www.minobrnauki.gov.ru/</a>
2	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	<a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a>	<a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a>
3	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	<a href="https://minenergo.gov.ru/opendata">https://minenergo.gov.ru/opendata</a>	<a href="https://minenergo.gov.ru/opendata">https://minenergo.gov.ru/opendata</a>
4	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
5	Университетская информационная система Россия	<a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a>	<a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a>
6	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
7	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>

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

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows Server CAL 2008 Russian Open License Pack NoLevel Academic Edition Usr	Серверная операционная система от компании Microsoft.	ЗАО СофтЛайнТрейд №32081/KZN12 от 14.03.2011
2	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
3	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
4	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет).	<a href="https://www.google.com/intl/ru/chrome/">https://www.google.com/intl/ru/chrome/</a>
5	Adobe Acrobat	Пакет программ	<a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a>
6	LMS Moodle	Это современное программное обеспечение	<a href="https://download.moodle.org/releases/latest/">https://download.moodle.org/releases/latest/</a>

7	WinAVR	Программный пакет для операционных систем семейства Windows	<a href="https://simple-devices.ru/">https://simple-devices.ru/</a>
8	SCIENCE INDEX	Информационно-аналитическая система	ООО "НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА" №359/

## 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	<p>Доска аудиторная, проектор, экран, ноутбук</p> <p>1. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>2. OptimizationToolboxAcademicnewProductFrom 10 to 24 GroupLicenses (perLicense) Модуль решения задач линейной, квадратичной, целочисленной и нелинейной оптимизации для MATLAB, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>3. Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>4.LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>5.Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p>
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.

Лабораторные работы	Компьютерный класс с выходом в Интернет	<p>Доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, интерактивная доска, стенды "Электрические схемы" (4шт.)</p> <p>1. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>2. Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>3. LabVIEWProfessionalDevelopmentSystemforWindows, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>4. LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>5. Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>6. AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+teacherlicense) RUS, договор №CS 08/15 от 25.03.2008, лицензиар - ЗАО "СиСофтКазань", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>7. LabVIEWFullDevelopmentSystem.Windows.NI SoftwareSe, договор №260 от 19.08.2015, лицензиар - ООО "Питер Софт", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p>
---------------------	---	---

Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся	<p>Доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, интерактивная доска, стенды "Электрические схемы" (4шт.)</p> <p>1. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>2. Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>3. LabVIEWProfessionalDevelopmentSystemforWindows, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>4. LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>5. Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>6. AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+teacherlicense) RUS, договор №CS 08/15 от 25.03.2008, лицензиар - ЗАО "СиСофтКазань", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>7. LabVIEWFullDevelopmentSystem .Windows .NI SoftwareSe, договор №260 от 19.08.2015, лицензиар - ООО "Питер Софт", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p>
------------------------	--	---

## **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*



**КГУ**

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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Электромеханические переходные процессы**  
*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

---

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация Бакалавр  
*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине Электромеханические переходные процессы, 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 \_\_\_\_\_

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	IV текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК4	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1.</b> «Введение в учение об электромеханических переходных процессах в электрических системах»	<b>ТК1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>					<b>4</b>			<b>10</b>
Тест или письменный опрос		2									
Защита лабораторной работы		1									
Отчет по самостоятельной работе		1									
<b>Раздел 2.</b> «Автономная электроэнергетическая система»	<b>ТК2</b>			<b>6</b>	<b>3</b>			<b>6</b>			<b>15</b>
Тест или письменный опрос				2							
Защита лабораторной работы				2							
Выполнение индивидуальных заданий (рефератов)				2							
<b>Раздел 3.</b> «Простейшая модель объединенной электроэнергетической системы»	<b>ТК3</b>					<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>10</b>
Тест или письменный опрос						2					
Защита лабораторной работы						1					
Отчет по самостоятельной						1					

работе												
<b>Раздел 4. «Устойчивость электроэнергетических систем»</b>	<b>ТК4</b>								<b>10</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	
Тест или письменный опрос									<b>6</b>			
Защита лабораторной работы									<b>2</b>			
Отчет по самостоятельной работе									<b>2</b>			
<b>Раздел 5-12. «Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходного процесса»</b>	<b>ОМ</b>											
Тест или письменный опрос												
Защита лабораторной работы												
Отчет по самостоятельной работе												
<b>Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, КП, КР)</b>	<b>ОМ</b>											<b>0-45</b>
Задание промежуточной аттестации												0-15
В письменной форме по билетам												0-30

## 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-3	ПК-3.2	знать: мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходного	Успешное и систематическое владение навыками	В целом успешное, но содержащее отдельные	Имеется минимальный набор навыков с некоторыми	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми

		процесса	без ошибок и недочетов применения современных методов проектирования электроэнергетических систем	е пробелы владение навыками с некоторыми недочетами применения современных методов проектирования электроэнергетических систем	ми недочетами применения современных методов проектирования электроэнергетических систем	навыкам и применения современных методов проектирования электроэнергетических систем, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		моделировать переходные процессы в узлах нагрузки энергосистемы	Успешное и систематическое владение навыками без ошибок и недочетов применения современных методов проектирования электроэнергетических систем	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками с некоторыми недочетами применения современных методов проектирования электроэнергетических систем	Имеется минимальный набор навыков с некоторыми недочетами применения современных методов проектирования электроэнергетических систем	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками и применения современных методов проектирования электроэнергетических систем, имеют место грубые ошибки
		владеть:				
		информацией об отклонениях параметров режима энергосистем в начальной	Успешное и систематическое владение навыками	В целом успешное, но содержащее отдельные	Имеется минимальный набор навыков с некоторыми	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми

		стадии переходного процесса	без ошибок и недочетов составления описания проводимых исследований об отклонениях параметров режима энергосистем в начальной стадии переходного процесса	е пробелы владение навыками с некоторыми недочетами составления описания проводимых исследований об отклонениях параметров режима энергосистем в начальной стадии переходного процесса	ми недочетами составления описания проводимых исследований об отклонениях параметров режима энергосистем в начальной стадии переходного процесса	навыкам и составления описания проводимых исследований об отклонениях параметров режима энергосистем в начальной стадии переходного процесса
		знать:				
	ПК-3.4	мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах	Уровень знаний мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах систематический и сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки	Уровень знаний мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах в целом успешно сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки	Уровень знаний мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах, имеет место много грубых ошибок	Уровень знаний мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах ниже минимальных требований, фрагментарен, имеют место грубые

			и, без ошибок	и, имеет место несколько не грубых ошибок		ошибки
		уметь:				
	оценивать потенциальную и кинетическую энергию накапливаемую ротором генератора	Продемонстрированы все основные умения оценивать потенциальную и кинетическую энергию накапливаемую ротором генератора, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы, в целом, все основные умения оценивать потенциальную и кинетическую энергию накапливаемую ротором генератора, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы, в целом, все основные, но не систематически правильные, умения оценивать потенциальную и кинетическую энергию накапливаемую ротором генератора, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения оценивать потенциальную и кинетическую энергию накапливаемую ротором генератора имеют место грубые ошибки	
		владеть:				
	навыками приближенного решения дифференциальных уравнений движения ротора генератора	Успешное и систематическое владение навыками приближенного решения дифференциал	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками приближе	Имеется минимальный набор навыков с некоторыми недочетами приближенно	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками и приближенно решения	

			ьных уравнений движения ротора генератора	нног о решения дифференциальных уравнений движения ротора генератора	решения дифференциальных уравнений движения ротора генератора	дифференциальных уравнений движения ротора генератора, имеют место грубые ошибки
ПК-1	ПК-1.1	знать:				
		мероприятия по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости	Уровень знаний мероприятий по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости систематический и сформирован в объеме, соответствует вую щем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний мероприятий по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости в целом успешно сформирован в объеме, соответствует вую щем программе подготовки, имеет место несколько не грубых ошибок	Уровень знаний мероприятий по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний мероприятий по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости ниже минимальных требований, фрагментарен, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		вычислять критическую величину угла системы	Продемонстрированы все основные умения вычислить критическую величину угла системы, решены	Продемонстрированы, в целом, все основные умения оценивать вычислить критическую величину угла	Продемонстрированы, в целом, все основные, но не систематически правильные, умения	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения вычислить критическую

			все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	системы, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые недочетами	вычислительную критическую величину угла системы, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	величину угла системы имеют место грубые ошибки
		владеть:				
		методами наложения	Успешное и систематическое владение методами наложения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения методами наложения	Имеется минимальный набор навыков с некоторыми недочетами методов наложения	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками и методов наложения, имеют место грубые ошибки

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий.*

### 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
Доклад (Дкл), сообщение (Сбщ)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
Инфографика (Инф)	Графическое представление информации, связей, числовых данных и знаний	Тематика инфографики
Контрольные нормативы (КН)	Оценка общей и специальной физической подготовленности обучающихся, оценка техники выполнения двигательных действий	Перечень практических заданий, контрольных упражнений
Контрольная работа (КнтР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Конспектирование учебного материала	Краткое текстовое представление переработанной информации	Перечень разделов
Мультимедийная презентация (МП)	Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий	Тематика презентаций
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий

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

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: Наименование компетенции, индикатора

Тест

Вопрос	Варианты ответа
Потребное количество технологического оборудования можно определить.	по штучной технически обоснованной норме
	по суммарной трудоемкости на виды работ
	по годовому фонду работы станка
	по годовому фонду работы рабочего
Под мощностью предприятия понимают	количество продукции, вырабатываемое заводом
	количество продукции, вырабатываемое заводом в календарный отрезок времени при определенных режимах работы
	количество рабочего персонала
	количество выпускаемой продукции
Укажите методы расчета трудоемкости	аналитический, динамический, статистический
	матричный, дифференциальный
	эмпирический, экспертный, технологический
	подходят все варианты

**Вопросы к комплексному заданию ТК1**

Модуль №1.

Рассчитать параметры аварийного режима на шинах источника электроэнергии и определить погрешность. Определить место повреждения. (Варианты смотреть по списку в журнале)



Вариант	Длина линии, км	Сопротивления Ом	Вариант	Длина линии, км	Сопротивления Ом
1	10	1	19	52	9
2	15	2	20	57	10
3	20	3	21	14	11
4	25	4	22	19	12
5	30	5	23	24	13
6	35	6	24	29	14
7	40	7	25	34	14
8	45	8	26	39	15
9	50	9	27	44	16
10	55	10	28	49	17
11	12	1	29	54	18
12	17	2	30	59	19
13	22	3			
14	27	4			
15	32	5			
16	37	6			
17	42	7			
18	47	8			

Вопросы к комплексному заданию *TK2*

Модуль №2.

**Задача 3.** Определить напряжение в узле *A* в сети с равномерно распределенной нагрузкой, плотность нагрузки  $p = 0,3$  МВт/км. Схема сети показана на рис. 3.7, напряжение базисного узла  $U = 3,3$  кВ, нагрузка узла *A*  $\dot{S}_A = 2 + j1,6$  МВ · А, длины линий приведены на схеме. При решении принять  $R_0 = 0,1$  Ом/км,  $X_0 = 0,2$  Ом/км. Потерями мощности пренебречь.

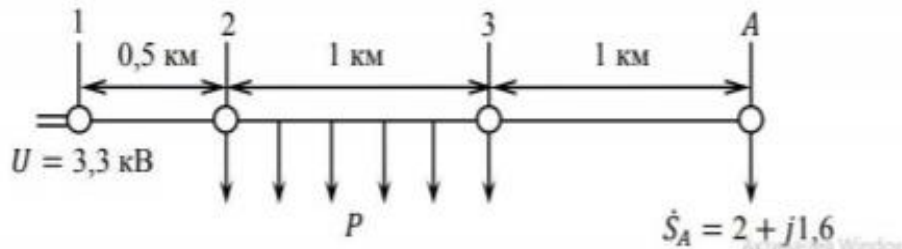


Рис. 3.7. Исходная схема

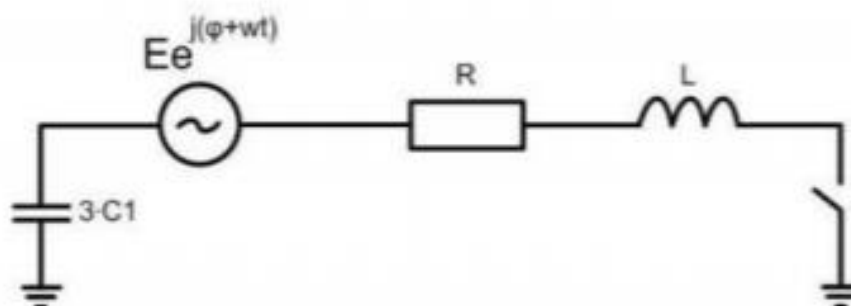
Определение параметров схемы замещения:

- участок 1–2:  $R_{12} = 0,1 \cdot 0,5 = 0,05$  Ом;  $X_{12} = 0,2 \cdot 0,5 = 0,1$  Ом;
- участок 3–A:  $R_{3A} = 0,1 \cdot 1 = 0,1$  Ом;  $X_{3A} = 0,2 \cdot 1 = 0,2$  Ом;
- участок 2–3, сопротивление линии с равномерно распределенной нагрузкой обычно принимается чисто активным, поэтому  $R_{23} = 0,1 \cdot 1 = 0,1$  Ом.

## Вопросы к комплексному заданию ТКЗ

### Модуль №3.

Для схемы контура протекания тока однофазного замыкания на землю, записать уравнение Кирхгофа в дифференциальной форме. Найти ток в схеме и напряжение на емкости после коммутации ключа.  $E=10$  кВ,  $R=10$  Ом,  $L=0,1$  Гн,  $\omega=314$ ,  $t=0 \div 20$  мс. (Варианты смотреть по списку в журнале)



Вариант	-----	Вариант	-----
1	0,01	19	0,19
2	0,02	20	0,20
3	0,03	21	0,21
4	0,04	22	0,22
5	0,05	23	0,23
6	0,06	24	0,24
7	0,07	25	0,25
8	0,08	26	0,26
9	0,09	27	0,27
10	0,10	28	0,28
11	0,11	29	0,29
12	0,12	30	0,30
13	0,13		
14	0,14		
15	0,15		
16	0,16		
17	0,17		
18	0,18		

## Вопросы к комплексному заданию ТК4

### Модуль №4.

Для схемы замещения нулевой последовательности (Рис.3.4.) при однофазном замыкании на землю рассчитать ток, и составить векторную диаграмму для напряжения и тока.  $U_0=10$  кВ. (Варианты смотреть по списку в журнале)

Вариант	$Z_{0\Sigma}$	Сопроотивления	Вариант	$Z_{0\Sigma}$	Сопроотивления
1	0,01 мкФ	$1+j$	19	0,19 мкФ	$2+j2$
2	0,02 мкФ	$1+j$	20	0,20 мкФ	$2+j2$
3	0,03 мкФ	$1+j$	21	0,21 мкФ	$3+j3$
4	0,04 мкФ	$1+j$	22	0,22 мкФ	$3+j3$
5	0,05 мкФ	$1+j$	23	0,23 мкФ	$3+j3$
6	0,06 мкФ	$1+j$	24	0,24 мкФ	$3+j3$
7	0,07 мкФ	$1+j$	25	0,25 мкФ	$3+j3$
8	0,08 мкФ	$1+j$	26	0,26 мкФ	$3+j3$
9	0,09 мкФ	$1+j$	27	0,27 мкФ	$3+j3$
10	0,10 мкФ	$1+j$	28	0,28 мкФ	$3+j3$
11	0,11 мкФ	$2+j2$	29	0,29 мкФ	$3+j3$
12	0,12 мкФ	$2+j2$	30	0,30 мкФ	$3+j3$
13	0,13 мкФ	$2+j2$			
14	0,14 мкФ	$2+j2$			
15	0,15 мкФ	$2+j2$			
16	0,16 мкФ	$2+j2$			
17	0,17 мкФ	$2+j2$			
18	0,18 мкФ	$2+j2$			

### Для промежуточной аттестации:

#### Теоретическая часть.

1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах и причины их порождающие.
2. Требования к режимам энергосистем.
3. Мероприятия режимного характера, направленные на улучшение надежности работы системы в целом.
4. Параметры нормального режима.
5. Метод последовательных интервалов.
6. Метод малых колебаний
7. Метод наложения.
8. Метод площадей при анализе автоматического регулирования
9. Способ площадей.
10. Модель автономной энергосистемы.
11. Простейшая модель объединенной энергосистемы.
12. Угол системы.
13. Характеристики асинхронных двигателей

14. Регулирование возбуждения
15. Уравнение движения ротора генераторов и способы его решения
16. Способы приближенного решения уравнения движения ротора генератора
17. Переходные процессы в узлах нагрузки
18. Предельный угол отключения короткого замыкания.
19. Собственные и взаимные сопротивления.
20. Собственные и взаимные проводимости
21. Собственные и взаимные токи.
22. Три вида устойчивости энергосистемы.
23. Статическая устойчивость с учетом действия регуляторов возбуждения и скорости
24. Три вида статической неустойчивости нерегулируемой системы (сползание, самораскачивание, самовозбуждения)
25. Динамическая устойчивость энергосистемы.
26. Устойчивость узлов нагрузки
27. Результирующая устойчивость энергосистемы.
28. Изменение частоты в системах. Понятие результирующей устойчивости.
29. Оценка устойчивости перехода от одного режима к другому.
30. Мероприятия по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости
31. Мероприятия по улучшению устойчивости

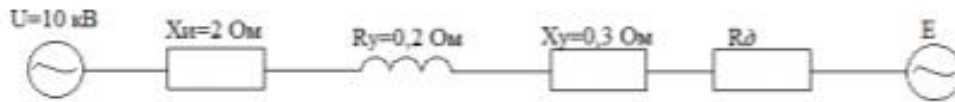
#### **Практическая часть.**

1. Получить зависимость мощности нагрузки от его сопротивления для схемы автономной энергосистемы. Сопротивления канала и нагрузки активные.
2. Получить зависимость мощности нагрузки от его сопротивления для схемы автономной энергосистемы. Сопротивления канала – реактивное, нагрузки - активное.
3. Получить зависимость мощности нагрузки от модуля его полного сопротивления для схемы автономной энергосистемы. Сопротивления канала – реактивное, нагрузки - комплексное.
4. Записать выражение для тока источника в модели объединенной энергосистемы с Тобразной схемой канала передачи. Все сопротивления канала передачи равны  $X$ .
5. Записать выражение для тока источника в модели объединенной энергосистемы с П-образной схемой канала передачи. Все сопротивления канала передачи равны  $X$ .
6. Построить зависимость угла системы как функция коэффициента запаса устойчивости по мощности.
7. На основе схемы замещения асинхронного двигателя получить зависимость реактивной мощности от скольжения
8. Получить зависимость модуля ЭДС объединенной энергосистемы от параметров режим и параметров системы
9. Получить зависимость напряжения на зажимах нагрузки объединенной энергосистемы от параметров режим, параметров системы и модуля ЭДС генератора

## Примеры задач для решения на экзамене

### Модуль №1.

Рассчитать параметры аварийного режима на шинах источника электроэнергии и определить погрешность. Определить место повреждения. (Варианты смотреть по списку в журнале)



Вариант	Длина линии, км	Сопротивления Ом	Вариант	Длина линии, км	Сопротивления Ом
1	10	1	19	52	9
2	15	2	20	57	10
3	20	3	21	14	11
4	25	4	22	19	12
5	30	5	23	24	13
6	35	6	24	29	14
7	40	7	25	34	14
8	45	8	26	39	15
9	50	9	27	44	16
10	55	10	28	49	17
11	12	1	29	54	18
12	17	2	30	59	19
13	22	3			
14	27	4			
15	32	5			
16	37	6			
17	42	7			
18	47	8			

## Модуль №2.

**Задача 3.** Определить напряжение в узле  $A$  в сети с равномерно распределенной нагрузкой, плотность нагрузки  $p = 0,3$  МВт/км. Схема сети показана на рис. 3.7, напряжение базисного узла  $U = 3,3$  кВ, нагрузка узла  $A$   $\dot{S}_A = 2 + j1,6$  МВ·А, длины линий приведены на схеме. При решении принять  $R_0 = 0,1$  Ом/км,  $X_0 = 0,2$  Ом/км. Потерями мощности пренебречь.

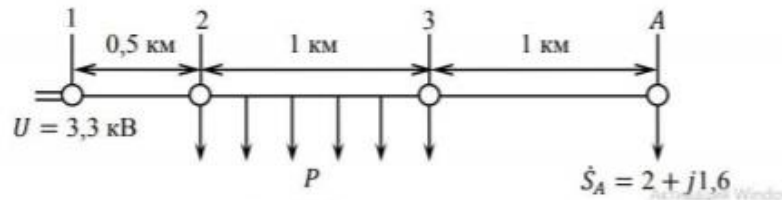


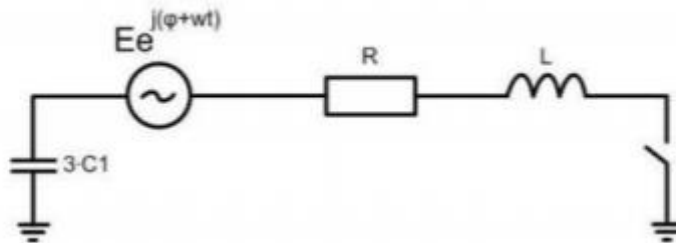
Рис. 3.7. Исходная схема

Определение параметров схемы замещения:

- участок 1–2:  $R_{12} = 0,1 \cdot 0,5 = 0,05$  Ом;  $X_{12} = 0,2 \cdot 0,5 = 0,1$  Ом;
- участок 3–A:  $R_{3A} = 0,1 \cdot 1 = 0,1$  Ом;  $X_{3A} = 0,2 \cdot 1 = 0,2$  Ом;
- участок 2–3, сопротивление линии с равномерно распределенной нагрузкой обычно принимается чисто активным, поэтому  $R_{23} = 0,1 \cdot 1 = 0,1$  Ом.

## Модуль №3.

Для схемы контура протекания тока однофазного замыкания на землю, записать уравнение Кирхгофа в дифференциальной форме. Найти ток в схеме и напряжение на емкости после коммутации ключа.  $E=10$  кВ,  $R=10$  Ом,  $L=0,1$  Гн,  $\omega=314$ ,  $t=0 \div 20$  мс. (Варианты смотреть по списку в журнале)



Вариант	---	Вариант	---
1	0,01	19	0,19
2	0,02	20	0,20
3	0,03	21	0,21
4	0,04	22	0,22
5	0,05	23	0,23
6	0,06	24	0,24
7	0,07	25	0,25
8	0,08	26	0,26
9	0,09	27	0,27
10	0,10	28	0,28
11	0,11	29	0,29
12	0,12	30	0,30
13	0,13		
14	0,14		
15	0,15		
16	0,16		
17	0,17		
18	0,18		

Модуль №4.

Для схемы замещения нулевой последовательности (Рис.3.4.) при однофазном замыкании на землю рассчитать ток, и составить векторную диаграмму для напряжения и тока.  $U_0=10$  кВ. (Варианты смотреть по списку в журнале)

Вариант	$Z_{000}$	Сопротивления	Вариант	$Z_{000}$	Сопротивления
1	0,01 мкФ	1+j	19	0,19 мкФ	2+j2
2	0,02 мкФ	1+j	20	0,20 мкФ	2+j2
3	0,03 мкФ	1+j	21	0,21 мкФ	3+j3
4	0,04 мкФ	1+j	22	0,22 мкФ	3+j3
5	0,05 мкФ	1+j	23	0,23 мкФ	3+j3
6	0,06 мкФ	1+j	24	0,24 мкФ	3+j3
7	0,07 мкФ	1+j	25	0,25 мкФ	3+j3
8	0,08 мкФ	1+j	26	0,26 мкФ	3+j3
9	0,09 мкФ	1+j	27	0,27 мкФ	3+j3
10	0,10 мкФ	1+j	28	0,28 мкФ	3+j3
11	0,11 мкФ	2+j2	29	0,29 мкФ	3+j3
12	0,12 мкФ	2+j2	30	0,30 мкФ	3+j3
13	0,13 мкФ	2+j2			
14	0,14 мкФ	2+j2			
15	0,15 мкФ	2+j2			
16	0,16 мкФ	2+j2			
17	0,17 мкФ	2+j2			
18	0,18 мкФ	2+j2			

**Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации**

Оценка	Баллы (баллы полученные в течении семестра, 40 баллов максимально за экзамен)
Удовлетворительно	55-69
Хорошо	70-84
Отлично	85-100

При выставлении баллов за экзамен учитываются следующие критерии: Например, каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл.

**Максимальное количество баллов за теоретический ответ и практическое задание – 40 баллов**

При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:

1. Правильность выполнения практического задания
2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины
3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.
4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы
5. Логичность и последовательность ответа
6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем

От 36 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим

аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

От 32 до 35 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

От 30 до 31 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Наименование оценочного средства	Экзамен
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из экзаменационных билетов с заданиями практического характера для проверки практических умений. Всего 25 экзаменационных билетов, содержащих по три вопроса.</p> <p style="text-align: center;">Примеры экзаменационных билетов:</p> <p style="text-align: center;">Билет 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Записать и проиллюстрировать на схеме замещения первый закон Кирхгофа.</li> <li>2. Записать и проиллюстрировать на схеме замещения второй закон Кирхгофа.</li> <li>3. Нарисовать нагрузочную характеристику резистора.</li> </ol> <p style="text-align: center;">Билет 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарисовать нагрузочную характеристику емкости.</li> <li>2. Нарисовать нагрузочную характеристику индуктивности.</li> <li>3. Используя значения проходных коэффициентов трансформаторов тока и напряжения по временным осциллограммам определить замеренные действующие значения токов и напряжений.</li> </ol>