



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

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИЭЭ
протокол №7 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор _____ ИЭЭ _____

_____ Р.В. Ахметова

« 30 » _____ мая _____ 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.02.01 «Электромагнитные переходные процессы»

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность(и)
(профиль(и)) «Проектирование и эксплуатация электрохозяйства
потребителей»

Квалификация Бакалавр

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
ЭХП	Доцент, к.т.н., доцент	Сидоров А.Е.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭХП	16.05.2023	№8	_____ И.о. зав. каф., к.т.н., доцент Гибадуллин Р.Р.
Согласована	ЭХП	16.05.2023	№8	_____ И.о. зав. каф., к.т.н., доцент Гибадуллин Р.Р.
Согласована	Учебно-методический совет института	30.05.2023	№8	_____ Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет института	30.05.2023	№8	_____ Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Электромагнитные переходные процессы» является формирование систематизированных знаний в области переходных процессов как в энергетической системе в целом, так и в отдельных ее элементах, приобретение студентами навыков их расчета при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз, навыков расчета и анализа переходных режимов электрических систем и узлов нагрузки с учетом действия систем автоматического регулирования и управления.

Задачами дисциплины являются:

- освоение студентами математических моделей различных элементов электроэнергетических систем – синхронных генераторов, асинхронных электродвигателей, трансформаторов и др., отражающих особенности переходных процессов в этих элементах;
- получение знаний в области методов исследования переходных процессов, практических методов расчета токов короткого замыкания;
- изучение методов и алгоритмов расчетов токов и напряжений при несимметричных коротких замыканиях и обрывах фаз, в том числе и с помощью программно-вычислительных комплексов;
- формирование навыков по расчету переходных процессов в электроэнергетических системах.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3 Способен проводить обоснования проектных решений систем электроснабжения объектов капитального строительства	ПК-3.1 Выполняет выбор оборудования на различных стадиях проектирования систем электроснабжения объектов капитального строительства
ПК-4 Способен определять параметры электротехнического оборудования систем электроснабжения объектов капитального строительства	ПК-4.1 Осуществляет расчеты технических характеристик и технологических параметров электротехнического оборудования объектов профессиональной деятельности ПК-4.2 Определяет режимы работы оборудования систем электроснабжения объектов капитального строительства

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Энергосиловое оборудование», «Проектирование внутренних электрических сетей».

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. «Потребители электрической энергии», «Основы автоматизации электротехнических систем»,

«Проектирование электрохозяйства потребителей», «Энергоэффективность и энергосберегающие технологии в энергетике», «Производственная практика (преддипломная практика)».

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*	-	51	51		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0.94	34	34		
Лекции	0.5	18	18		
Практические (семинарские) занятия	0.22	8	8		
Лабораторные работы	0.22	8	8		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3.05	110	110		
Проработка учебного материала	2.05	74	74		
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)		
			5		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	144		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	38	38		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0.44	16	16		
Лекции	0.22	8	8		
Практические (семинарские) занятия	0.11	4	4		
Лабораторные работы	0.11	4	4		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3.55	128	128		
Проработка учебного материала	3.30	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	16	2			14	ТК1	ПК-3.1.3, ПК-4.1.3, ПК4.2.3
Раздел 2	21	4		2	15	ТК2	ПК-3.1.3,У, ПК-4.1.3,У, ПК4.2.3,У
Раздел 3	25	4	4	2	15	ТК3	ПК-3.1.В, ПК-4.1.3,У, ПК4.2.3,У
Раздел 4	21	4		2	15	ТК4	ПК-3.1.В, ПК-4.1.3,У, ПК4.2.3,У
Раздел 5	25	4	4	2	15	ТК5	ПК-3.1.В, ПК-4.1.3,У, ПК4.2.3,У
Экзамен	36				36	ОМ 1	
Итого за 7 семестр	144	18	8	8	110		
ИТОГО	144	18	8	8	110		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1 Основные сведения об электромагнитных переходных процессах.

Тема 1.1 Основные сведения об электромагнитных переходных процессах.

Раздел 2 Электромагнитные переходные процессы при сохранении симметрии трехфазной цепи.

Тема 2.1 Электромагнитные переходные процессы при сохранении симметрии трехфазной цепи.

Тема 2.2 Начальный момент внезапного нарушения режима.

Раздел 3 Составление и преобразование схем замещения.

Тема 3.1 Составление схем замещения.

Тема 3.2 Преобразование схем замещения.

Раздел 4 Установившийся режим короткого замыкания.

Тема 4.1 Установившийся режим короткого замыкания.

Тема 4.2 Переходные процессы в синхронных машинах.

Раздел 5 Практические методы расчета переходного процесса.

Тема 5.1 Практические методы расчета переходного процесса.

Тема 5.2 Переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи.

3.4. Тематический план практических занятий

1. Переходные и сверхпереходные ЭДС и сопротивления. Выбор параметров элементов электрической сети и расчет токов КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ.

2. Составление и преобразование схем замещения. Расчет установившегося режима трехфазного короткого замыкания.

3. Порядок расчета установившегося тока КЗ в системе с генераторами и АРВ. Переходной процесс в синхронной машине при трехфазных коротких замыканиях.

4. Расчет токов КЗ в произвольный момент времени t методом типовых кривых. Расчет несимметричных токов короткого замыкания.

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Исследование процессов при трехфазном коротком замыкании в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности.

2. Исследование симметричных и несимметричных установившихся режимов работы трехфазной электрической сети с односторонним питанием.

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-3.1	<p>знать:</p> <p>Типовые проектные решения по выбору электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения объектов капитального строительства</p>	Отлично знает типовые проектные решения по выбору электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов	Знает типовые проектные решения по выбору электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы	Знает в целом типовые проектные решения по выбору электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов	Не знает типовые проектные решения по выбору электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов

		системы электроснабжения объектов капитального строительства, не допускает ошибок	электроснабжения объектов капитального строительства, допускает единичные ошибки	системы электроснабжения объектов капитального строительства, много неточностей и ошибок	системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает очень много ошибок	
		уметь:				
	Выполнять расчеты нестационарных режимов для проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства	Умеет выполнять расчеты нестационарных режимов для проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства, не допускает ошибок	Умеет выполнять расчеты нестационарных режимов для проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает единичные ошибки	Слабо умеет выполнять расчеты нестационарных режимов для проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает ошибки и неточности	Не умеет выполнять расчеты нестационарных режимов для проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает много ошибок	
		владеть:				
	Навыками оценки результатов по расчету параметров нестационарных режимов системы электроснабжения	Понимает и владеет навыками оценки результатов по расчету параметров нестационарных режимов системы электроснабжения, не допускает ошибок	Владеет навыками оценки результатов по расчету параметров нестационарных режимов системы электроснабжения, допускает единичные ошибки	Слабо владеет навыками оценки результатов по расчету параметров нестационарных режимов системы электроснабжения, допускает ошибки и неточности	Не владеет навыками и оценки результатов по расчету параметров нестационарных режимов системы электроснабжения, допускает много ошибок	

ПК-4	ПК-4.1	знать:				
		Порядок проведения расчетов технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов в электроэнергетических системах	Отлично знает порядок проведения расчетов технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов в электроэнергетических системах, не допускает ошибок	Знает порядок проведения расчетов технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов в электроэнергетических системах, допускает единичные ошибки	Знает в целом порядок проведения расчетов технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов в электроэнергетических системах, много неточностей и ошибок	Не знает порядок проведения расчетов технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов в электроэнергетических системах, допускает очень много ошибок
		уметь:				
		Выполнять расчеты технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения капитального строительства	Умеет выполнять расчеты технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения капитального строительства, не допускает ошибок	Умеет выполнять расчеты технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения капитального строительства, допускает единичные	Слабо умеет выполнять расчеты технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения капитального строительства, допускает	Не умеет выполнять расчеты технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения капитального строительства, допускает

				е ошибки	ошибки и неточности	т много ошибок
		владеть:				
		Методами расчета нестационарных режимов работы электрооборудования системы электроснабжения объектов капитального строительства	Понимает и владеет методами расчета нестационарных режимов работы электрооборудования системы электроснабжения объектов капитального строительства, не допускает ошибки	Владеет методами расчета нестационарных режимов работы электрооборудования системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает единичные ошибки	Слабо владеет методами расчета нестационарных режимов работы электрооборудования системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает ошибки и неточности	Не владеет методами расчета нестационарных режимов работы электрооборудования системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает много ошибок
		знать:				
	ПК-4.2	Влияние нестационарных режимов работы оборудования на систему электроснабжения объектов капитального строительства	Отлично знает влияние нестационарных режимов работы оборудования на систему электроснабжения объектов капитального строительства, не допускает ошибок	Знает влияние нестационарных режимов работы оборудования на систему электроснабжения объектов капитального строительства, допускает единичные ошибки	Знает в целом влияние нестационарных режимов работы оборудования на систему электроснабжения объектов капитального строительства, много неточностей и ошибок	Не знает влияние нестационарных режимов работы оборудования на систему электроснабжения объектов капитального строительства, допускает очень много ошибок
		уметь:				
		Выполнять расчеты для разработки проекта системы	Умеет выполнять расчеты для разработок	Умеет выполнять расчеты для разработок	Слабо умеет выполнять расчеты для	Не умеет выполнять расчеты для разработок

	электроснабжения объектов капитального строительства с учетом нестационарных режимов	и проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства с учетом нестационарных режимов, не допускает ошибок	и проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства с учетом нестационарных режимов, допускает единичные ошибки	разработке и проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства с учетом нестационарных режимов, допускает ошибки и неточности	ки проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства с учетом нестационарных режимов, допускает много ошибок
	владеть:				
	Методами анализа нестационарных режимов работы системы электроснабжения объектов капитального строительства	Понимает и владеет методами анализа нестационарных режимов работы системы электроснабжения объектов капитального строительства, не допускает ошибок	Владеет методами анализа нестационарных режимов работы системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает единичные ошибки	Слабо владеет методами анализа нестационарных режимов работы системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает ошибки и неточности	Не владеет методами анализа нестационарных режимов работы системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает много ошибок

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 для

вузов / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, М. В. Пираторов ; под ред. И. П. Крючкова. - 2-е изд., стереот. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2021. - 411 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785383014509.html>. - ISBN 978-5-383-01450-9 : Б. ц. - Текст : электронный.

2. Переходные процессы в системах с электродвигательными нагрузками : учебное пособие / Е. И. Грачева, Н. В. Денисова, В. О. Иванов. - Казань : КГЭУ, 2011. - 188 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - 4012. - ISBN 9785898733148. - Текст : непосредственный.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учеб. для вузов / С. А. Ульянов. – М. : Энергия, 1970. – 520 с.

2. Переходные процессы электрических систем в примерах и иллюстрациях : учебное пособие / Р.С. Саитбаталова, Р.Ш. Бикбов. - Казань : КГЭУ, 2006. - 306 с. - Текст : непосредственный.

3. Режимы систем промышленного электроснабжения : практикум / сост.: Р. У. Галеева, Э. Ф. Хакимзянов. - Казань : КГЭУ, 2017. - 140 с., 2170 КБ. - URL: https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html. - Б. ц. - Текст : электронный.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Энциклопедии, словари, справочники	http://www.rubricon.com
5	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru
7	Дисциплина «Электрооборудование промышленности» размещенная в LMS Moodle	ДК, размещенные в LMS Moodle и Docebo)

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный интернет-портал правовой информации	http://pravo.gov.ru	
2	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	http://consultant.ru	
3	Справочно-правовая система по законодательству РФ	http://garant.ru	
4	Web of Science	apps.webofknowledge.com	apps.webofknowledge.com

5	Scopus	www.scopus.com	www.scopus.com
6	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
7	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
8	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	
2	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru	
3	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH	http://www.zbmath.org	
4	Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink	http://link.springer.com	
5	Образовательный портал	http://www.uceba.com	

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет).	https://www.google.com/intl/ru/chrome/
3	Браузер Firefox	Свободный веб-браузер	https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/

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 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	Учебная лаборатория «Нестационарные режимы в электроэнергетических системах», Д-723	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: Стенд «Переходные процессы в системах электроснабжения». В лаборатории 3 стенда
	Компьютерный класс с выходом в Интернет Д-726	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	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 В-600а	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. 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*



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**

«Электромагнитные 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 «Электромагнитные переходные процессы», предназначенны 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 7

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	IV текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК4	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1 « Основные сведения об электромагнитных переходных процессах »	ТК1	15	0-15							15	
Тест или письменный опрос		7									
Защита лабораторной работы		4									
Решение практических задач		4									
Раздел 2 « Электромагнитные переходные процессы при сохранении симметрии трехфазной цепи »	ТК2			15	0-15					15	
Тест или письменный опрос				7							
Защита лабораторной работы				4							
Решение практических задач				4							
Раздел 3 « Составление и преобразование схем замещения »	ТК3					15	0-15			15	
Тест или письменный опрос						7					
Защита лабораторной работы						4					
Решение практических задач						4					
Раздел 4 « Установившийся режим короткого замыкания »	ТК4							15	0-15	15	
Тест или письменный опрос								7			
Защита лабораторной работы								4			
Решение практических задач								4			

Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, КП, КР)	ОМ											0-40
Задание промежуточной аттестации												
В письменной форме по билетам												

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-3.1	знать:				
		Типовые проектные решения по выбору электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения объектов капитального строительства	Отлично знает типовые проектные решения по выбору электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения объектов капитального строительства, не допускает ошибок	Знает типовые проектные решения по выбору электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает единичные ошибки	Знает в целом типовые проектные решения по выбору электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения объектов капитального строительства, много неточностей и ошибок	Не знает типовые проектные решения по выбору электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает очень много ошибок
		уметь:				
Выполнять			Умеет	Умеет	Слабо	Не умеет

		расчеты нестационарных режимов для проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства	выполняют расчеты нестационарных режимов для проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства, не допускает ошибок	выполняют расчеты нестационарных режимов для проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает единичные ошибки	умеет выполнять расчеты нестационарных режимов для проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает ошибки и неточности	выполняют расчеты нестационарных режимов для проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает много ошибок
		владеть:				
		Навыками оценки результатов по расчету параметров нестационарных режимов системы электроснабжения	Понимает и владеет навыками оценки результатов по расчету параметров нестационарных режимов системы электроснабжения, не допускает ошибок	Владеет навыками оценки результатов по расчету параметров нестационарных режимов системы электроснабжения, допускает единичные ошибки	Слабо владеет навыками оценки результатов по расчету параметров нестационарных режимов системы электроснабжения, допускает ошибки и неточности	Не владеет навыками и оценки результатов по расчету параметров нестационарных режимов системы электроснабжения, допускает много ошибок
ПК-4	ПК-4.1	знать:				
		Порядок проведения расчетов технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов в электроэнергетических системах	Отлично знает порядок проведения расчетов технических характеристик электротехнического оборудования	Знает порядок проведения расчетов технических характеристик электротехнического оборудования для	Знает в целом порядок проведения расчетов технических характеристик электротехнического оборудования	Не знает порядок проведения расчетов технических характеристик электротехнического оборудования для

			ания для расчета нестационарных режимов в электроэнергетических системах, не допускает ошибок	расчета нестационарных режимов в электроэнергетических системах, допускает единичные ошибки	ания для расчета нестационарных режимов в электроэнергетических системах, много неточностей и ошибок	расчета нестационарных режимов в электроэнергетических системах, допускает очень много ошибок
		уметь:				
	Выполнять расчеты технических характеристик оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения капитального строительства	Умеет выполнять расчеты технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения капитального строительства, не допускает ошибок	Умеет выполнять расчеты технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения капитального строительства, допускает единичные ошибки	Слабо умеет выполнять расчеты технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения капитального строительства, допускает ошибки и неточности	Не умеет выполнять расчеты технических характеристик электротехнического оборудования для расчета нестационарных режимов системы электроснабжения капитального строительства, допускает много ошибок	
		владеть:				
	Методами расчета нестационарных режимов работы электрооборудования системы электроснабжения объектов капитального	Понимает и владеет методами расчета нестационарных режимов работы электрооборудования	Владеет методами расчета нестационарных режимов работы электрооборудования системы	Слабо владеет методами расчета нестационарных режимов работы электрооборудования	Не владеет методами расчета нестационарных режимов работы электрооборудования	

		строительства	системы электроснабжения объектов капитального строительства, не допускает ошибки	электроснабжения объектов капитального строительства, допускает единичные ошибки	системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает ошибки и неточности	системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает много ошибок
	ПК-4.2	знать:				
		Влияние нестационарных режимов работы оборудования на систему электроснабжения объектов капитального строительства	Отлично знает влияние нестационарных режимов работы оборудования на систему электроснабжения объектов капитального строительства, не допускает ошибок	Знает влияние нестационарных режимов работы оборудования на систему электроснабжения объектов капитального строительства, допускает единичные ошибки	Знает в целом влияние нестационарных режимов работы оборудования на систему электроснабжения объектов капитального строительства, много неточностей и ошибок	Не знает влияние нестационарных режимов работы оборудования на систему электроснабжения объектов капитального строительства, допускает очень много ошибок
		уметь:				
		Выполнять расчеты для разработки проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства с учетом нестационарных режимов	Умеет выполнять расчеты для разработки и проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства с учетом нестационарных режимов, не допускает	Умеет выполнять расчеты для разработки и проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства с учетом нестационарных режимов, допускает единичные	Слабо умеет выполнять расчеты для разработки и проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства с учетом нестационарных режимов, допускает	Не умеет выполнять расчеты для разработки проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства с учетом нестационарных режимов,

		ошибок	е ошибки	ошибки и неточности	допускает много ошибок
		владеть:			
	Методами анализа нестационарных режимов работы системы электроснабжения объектов капитального строительства	Понимает и владеет методами анализа нестационарных режимов работы системы электроснабжения объектов капитального строительства, не допускает ошибок	Владеет методами анализа нестационарных режимов работы системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает единичные ошибки	Слабо владеет методами анализа нестационарных режимов работы системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает ошибки и неточности	Не владеет методами анализа нестационарных режимов работы системы электроснабжения объектов капитального строительства, допускает много ошибок

«Отлично» - в ответе отражены основные концепции и теории по данному вопросу, проведен их критический анализ и сопоставление, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами и экспериментальными данными. Студентом формулируется и обосновывается собственная точка зрения на заявленные проблемы, материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.

«Хорошо» – в ответе описываются и сравниваются основные современные концепции и теории по данному вопросу, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами, студентом формулируется собственная точка зрения на заявленные проблемы, однако он испытывает затруднения в ее аргументации. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.

«Удовлетворительно» – в ответе отражены лишь некоторые современные концепции и теории по данному вопросу, анализ и сопоставление этих теорий не проводится. Студент испытывает значительные затруднения при иллюстрации теоретических положений практическими примерами. У студента отсутствует собственная точка зрения на заявленные проблемы. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.

«Неудовлетворительно» – ответ не отражает современные концепции и теории по данному вопросу. Студент не может привести практических примеров. Материал излагается «житейским» языком, не используются понятия и термины соответствующей научной области, студент не может назвать ни одной научной теории, не дает определения.

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
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
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы	Темы рефератов
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых 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:** ПК-3 Способен проводить обоснования проектных решений систем электроснабжения, объектов капитального строительства

Проверяемая компетенция: ПК-3.1

**Базовые вопросы по курсу
«Электромагнитные переходные процессы»**

1. Каковы цели изучения дисциплины и ее значение в формировании теоретических и практических знаний в области переходных процессов?
2. Каковы основные этапы развития исследований и совершенствования расчетов переходных процессов?
3. Какие виды режимов и процессов имеют место в системах электроснабжения (СЭС)?
4. Что такое параметры режима и параметры СЭС?
5. Какие причины возникновения переходных процессов в СЭС?
6. Для чего необходимо рассчитывать переходные процессы?
7. Каковы причины появления электромагнитных переходных процессов в СЭС и их возможные последствия?
8. Какие процессы происходят при трёхфазном коротком замыкании в электрической цепи? Охарактеризуйте их.
9. Можно ли рассчитать электромагнитные переходные процессы в синхронной машине? Если да, то как. Охарактеризуйте.
10. Преимущества и недостатки сетей с изолированной и заземленной нейтралью
11. Каковы основные виды КЗ и вероятности их возникновения в элементах СЭС в сетях различного напряжения?
12. Каковы обозначения видов замыканий в зависимости от режима нейтрали сети?
13. С какой целью применяются дугогасящие катушки? Как они влияют на процессы при замыканиях на землю?
14. Какое значение имеет оценка режимов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью?
15. Какие основные допущения приняты при решении задач расчетов токов К.З.
16. Какие основные допущения положены в основу понятия ?источник бесконечной мощности?
17. Как определить ток К.З. от системы бесконечной мощности.

Реферат темы:

1. Методы расчета коротких замыканий.
2. Трёхфазные короткие замыкания.
3. Методы анализа несимметричных режимов трехфазных электрических цепей.
4. Симметричные короткие замыкания в электроэнергетической системе
5. Расчет симметричных коротких замыканий в электроэнергетической системе
6. Несимметричные короткие замыкания в электроэнергетической системе
7. Расчет несимметричных коротких замыканий в электроэнергетической системе.
8. Расчёт токов симметричного трехфазного и несимметричного двухфазного короткого замыкания. Сравнение.

Тесты модуль №1 Электромагнитные переходные процессы

Ф.И.О.-----

Учебная группа-----

1. Задание

Отметьте правильный ответ

В каком из случаев не возникает нестационарный режим

- внезапное отключение нагруженной линии
- обрыв фаз
- автоматическое включение резерва
- короткие замыкания (КЗ) всех видов

2. Задание

Отметьте правильный ответ

Расчет токов КЗ не используют для

- выбора электрооборудования (выключатели,
- разъединители, короткозамыкатели, кабели, линии, проводники, и т.д.).
- выбора схемы станций, подстанций.
- выбора установок релейной защиты и автоматики построение генерального плана предприятия

3. Задание

Отметьте правильный ответ

Какое КЗ называют простым

- однофазное
- двухфазное
- трехфазное
- двухфазное на землю

4. Задание

Отметьте правильный ответ

Укажите КЗ, которое наиболее часто возникает в электросети

- однофазное
- двухфазное
- трехфазное
- двухфазное на землю

5. Задание

Отметьте правильный ответ

Какое КЗ называют сложным

- однофазное
- двухфазное
- двухфазное КЗ и обрыв рабочей фазы
- трехфазное

6. Задание

Отметьте правильный ответ

Какую синхронную машину называют неявнополюсной

- машина, у которой полюса сильно выражены
- машина, у которой количество полюсов больше четырех
- машина, у которой полюса слабо выражены
- машина, у которой количество полюсов больше двух

7. Задание

Отметьте правильный ответ

Какую синхронную машину называют явнополюсной

- машина, у которой полюса сильно выражены
- машина, у которой количество полюсов больше четырех
- машина, у которой полюса слабо выражены
- машина, у которой количество полюсов больше двух

8. Задание

Отметьте правильный ответ

В каком режиме синхронная машина выдает реактивную мощность

- перевозбуждение
- при размагничивании
- при опрокидывании синхронного двигателя
- недо возбуждения

9. Задание

Отметьте правильный ответ

В каком режиме синхронная машина потребляет реактивную мощность

- перевозбуждение
- при размагничивании
- при опрокидывании синхронного двигателя
- недовозбуждения

10. Задание

Отметьте правильный ответ

АД в нестационарных режимах можно рассматривать как

- ненасыщенный синхронный двигатель
- перевозбужденный синхронный двигатель
- недовозбужденный синхронный двигатель
- асинхронизированный синхронный двигатель

11. Задание

Отметьте правильный ответ

Ротор асинхронного двигателя представляет собой

- асимметричную систему
- симметричную систему
- несимметричную систему
- ортогональную систему

12. Задание

Отметьте правильный ответ

Обобщенная нагрузка - это

- вся нагрузка удаленная от точки КЗ
- синхронные и асинхронные двигатели
- электропечи и освещение
- синхронные генераторы, компенсаторы и освещение

13. Задание

Отметьте правильный ответ

Чем больше реактивных элементов в системе, тем

- медленнее затухает апериодическая составляющая тока КЗ
- быстрее затухает апериодическая составляющая тока КЗ

14. Задание

Отметьте правильный ответ

При включении электродвигателей на совместную работу их общий КПД равен

- сумме КПД каждого электродвигателя
- среднему арифметическому КПД всех электродвигателей
- произведению КПД каждого электродвигателя
- среднеквадратичному КПД всех электродвигателей

15. Задание

Отметьте правильный ответ

Собственное время отключения выключателя и время срабатывания защиты не должно превосходить

- 0,01с
- 0,05
- 0,1с
- 1с

Оценка-----

Доцент кафедры ЭХП

А.Сидоров

Задача № 1

1. Определить коэффициент запаса по мощности K_3^P статической устойчивости эквивалентного асинхронного двигателя АД (рис.1) с помощью практического критерия $dP/dS > 0$ для двух случаев:

а) напряжение на шинах АД постоянно;

б) ЭДС $E_{q\dot{\varphi}}$ генератора Г постоянна.

При определении коэффициента K_3^P принять, что механическая мощность АД $P_{\text{мех}}=1$ батареи конденсаторов БК на рис.1 отсутствуют.

2. Определить коэффициент запаса по скольжению K_3^S статической устойчивости эквивалентного асинхронного двигателя АД (рис.1) с помощью практического критерия $dP/dS > 0$ для двух случаев;

а) генератор Г снабжен АРВ пропорционального действия ($E' = \text{const}$);

б) генератор Г снабжен АРВ сильного действия ($U_{\Gamma} = \text{const}$).

При определении коэффициента K_3^S принять, что механическая мощность АД $P_{\text{мех}}=1$, БК на рис.1 отсутствуют.

3. Определить коэффициент запаса по напряжению K_3^U и ЭДС K_3^E статической устойчивости эквивалентного асинхронного двигателя АД (рис.1) с помощью практических критериев $dE/dU > 0$ и $dQ_{\dot{\varphi}}/dE = -\infty$ для двух случаев:

а) реактивная мощность Q_{H} АД скомпенсирована БК полностью ($\cos \varphi = 1$);

б) компенсация реактивной мощности Q_{H} АД батареями конденсаторов соответствует $\cos \varphi = 0,95$.

Для определения коэффициентов K_3^U и K_3^E построить зависимости эквивалентной ЭДС от напряжения $E_{q\dot{\varphi}} = f(U)$ и реактивной мощности от эквивалентной ЭДС $Q_{\dot{\varphi}} = \varphi(E_{q\dot{\varphi}})$.

Принять, что генератор Г работает без АРВ.

4. Определить критическое напряжение $U_{\text{кр}}$, при котором произойдет опрокидывание АД (рис.1).

Построить зависимости изменения активной мощности АД от скольжения $P = f(S)$ и реактивной мощности АД от напряжения $Q = \varphi(U)$, если напряжение на шинах АД меняется в пределах $1,1 \cdot U_{\text{H}} - U_{\text{кр}}$.

Принять, что БК на рис.1 отсутствуют.

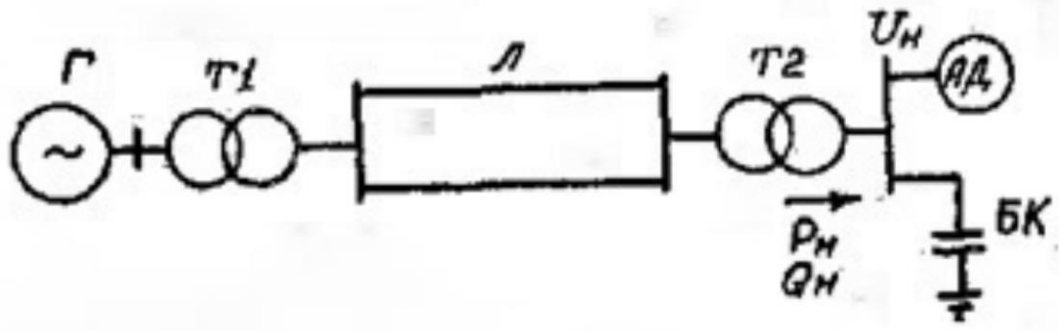


Рис.1

Исходные данные для выполнения задания № 1 приведены в табл.1. Генератор Г выдает мощность S_H при $\cos\varphi=0,8$ и напряжении $U_H=10,5\text{кВ}$. Индуктивное сопротивление трансформаторов Т1 и Т2 $x_T=10,5\%$, погонное сопротивление линий Л $x_0=0,4\text{ Ом/км}$. Напряжение линии Л в рассматриваемом режиме равно 35 кВ. Асинхронные двигатели работают с загрузкой 80% от P_H при номинальном напряжении 6,3 кВ.

Таблица №1

Номера вариантов	Параметры												
	Генератора Г			Асинхронного двигателя АД					Линии Л		Тр-ров Т1 и Т2		
	$S_{н.А}$, МВ·А	x_d , о.е.	x'_d , о.е.	$P_{н.кВт}$	$\cos\phi_{н.шт}$	n , шт	x_s , о.е.	R , о.е.	l , км	$S_{н.А}$, МВ·А	$S_{т2.А}$, МВ·А		
1	15	2,1	0,2	1000	0,88	10	0,11	0,09	20	6,3	6,3		
2	15	2,1	0,2	1250	0,88	9	0,11	0,08	20	6,3	6,3		
3	7,5	1,65	0,17	800	0,84	7	0,16	0,1	10	4,0	4,0		
4	15	1,85	0,17	1000	0,85	10	0,12	0,09	25	6,3	6,3		
5	37,5	2,45	0,24	1600	0,87	20	0,11	0,07	40	16	16		
6	37,5	2,45	0,24	2000	0,88	16	0,1	0,06	50	16	16		
7	15x2	1,85	0,17	1250	0,86	20	0,11	0,08	35	16	16		
8	7,5	1,65	0,17	500	0,8	11	0,21	0,11	15	4	4		
9	37,5	2,45	0,24	2000	0,88	16	0,1	0,06	45	16	16		
10	37,5	2,45	0,24	1600	0,88	20	0,11	0,07	45	16	16		
11	7,5	2,1	0,2	630	0,82	10	0,1	0,06	15	4	4		
12	7,5	1,85	0,17	1000	0,83	7	0,12	0,09	20	4	4		
13	15	1,85	0,17	1000	0,77	13	0,12	0,08	40	6,3	6,3		
14	15x2	2,07	0,2	1250	0,79	20	0,11	0,08	30	16	16		
15	37,5	2,45	0,24	2000	0,88	16	0,1	0,06	50	16	16		
16													
17													
18													
19													
20													

Лабораторная работа №1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРИ ТРЕХФАЗНОМ КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ, ПИТАЮЩЕЙСЯ ОТ ИСТОЧНИКА ПРАКТИЧЕСКИ БЕСКОНЕЧНОЙ МОЩНОСТИ

1. Цель работы

Целью работы является закрепление теоретических знаний по расчету и анализу короткого замыкания трехфазной электрической сети.

2. Описание лабораторной установки

Расчет электромагнитных процессы короткого замыкания трехфазной симметричной цепи с сосредоточенными активными и емкостными

сопротивлениями при отсутствии в ней трансформаторных связей близок к расчетам, выполненным в лабораторной работе №1. Электромагнитный процесс в такой цепи рассмотрим при допущении, что ее питание осуществляется от источника бесконечной мощности. Такой источник характеризуется неизменностью напряжения на шинах по амплитуде и по частоте при коротком замыкании. Однако любой реальный источник обладает конечной мощностью, но если она во много раз превышает мощность элементов, за которыми рассматриваются КЗ, то напряжение на шинах питающей системы изменяется незначительно, что дает возможность в практических расчетах это изменение не учитывать.

Для этой цели на трансформатор развязки T_r подается непосредственно напряжение из сети.

Для защиты от аварийных режимов оборудования, в установку включены автоматы QF1-QF7, обеспечивающие защиту от токов короткого замыкания.

Для исследования режимов работы лабораторной установки, посредством узлов ввода, аналоговые сигналы с датчиков тока преобразуются и в реальном времени отображаются на экране монитора. В качестве выходного стандартного унифицированного токового сигнала используется сигнал 4-20мА. Выбор моделируемых реальных устройств осуществляется при выборе лабораторной работы путем включения элементов КМ7 или КМ10 .

3. Исходные данные

Модель резисторно – емкостной линии, является моделью симметричной линии электропередачи 10 кв.

4. Задание на подготовку к работе

1. Изучить инструкцию по работе с установкой и выбору необходимой модели.
2. Изучить инструкцию по работе с графиками, отражающими значения величин в переходных процессах.
3. Вывести на экран тренды, отражающие значения фазных токов на заданном отрезке времени.

4. Распечатать полученные тренды.
5. Аналитически рассчитать значения токов короткого замыкания каждой фазы и сравнить с результатами, полученными на модели.
6. Ответить на контрольные вопросы.

5. Указания по выполнению работы

Линии электропередач характеризуются удельным сопротивлением X_0 , Ом/км и длиной L , км. Удельные сопротивления воздушных и кабельных линий определяются их конструкцией и в среднем имеют следующие значения:

для воздушных линий:		для трехжильных кабелей:	
750-500 кВ	$X_0 = 0,29$ Ом/км,	35 кВ	$X_0 = 0,12$ Ом/км,
330 кВ	$X_0 = 0,32$ Ом/км,	10-6 кВ	$X_0 = 0,07-0,08$ Ом/км
220-6 кВ	$X_0 = 0,4$ Ом/км,		
до 1000 В	$X_0 = 0,3$ Ом/км,		

Сопротивление ЛЭП длиной L определяется по формуле:

$$X = X_0 \cdot L, \text{ Ом.}$$

Обычно в месте КЗ образуется некоторое переходное сопротивление, состоящее из сопротивления возникшей электрической дуги и сопротивлений прочих элементов пути токов КЗ от одной фазы к другой или от фазы на землю. Точный учет переходного сопротивления практически невозможен, прежде всего, вследствие трудности надежной оценки сопротивления дуги, которое, являясь функцией тока и длины дуги, изменяется в широких пределах. Экспериментальные исследования открытых дуг показали, что при токах КЗ в сотни ампер и выше градиент напряжения в дуге мало зависит от тока. При этом сопротивление дуги, являющееся практически активным, определяется по выражению:

$$R_d = \frac{1050 \cdot L_d}{I_d}, \text{ Ом,}$$

где L_d – длина дуги, м;

I_d – действующее значение тока в дуге, А.

Так, при длине дуги 0,1 м и токе равном 1,0 кА сопротивление дуги оказывается равным $R_d = 0,105$ Ом.

В ряде случаев переходные сопротивления могут быть столь малы, что практически ими можно пренебречь. Такие замыкания называются металлическими. Естественно, при прочих равных условиях ток при металлическом КЗ больше, чем при наличии переходного сопротивления. Поэтому, когда требуется найти возможные наибольшие величины токов, исходят из наиболее тяжелых условий, считая, что в месте КЗ отсутствуют какие-либо переходные сопротивления.

Контрольные вопросы

1. Из каких устройств состоит ЭЭС?
2. Что такое параметры режима и параметры ЭЭС?
3. Какие виды режимов и переходных процессов имеют место в ЭЭС?
4. Назовите причины возникновения электромагнитных переходных процессов.
5. Что называют коротким замыканием?
6. Каковы системы токов и напряжений, применяемых в ЭЭС?
7. Перечислите стандартные классы и средние значения напряжений в ЭЭС.
8. Каковы причины возникновения переходных процессов?
9. Каковы последствия КЗ в ЭЭС?
10. Каковы основные виды КЗ в ЭЭС?
11. Какие виды КЗ наиболее вероятны в ЭЭС?
12. По каким признакам КЗ подразделяются на удаленные и не удаленные?
13. Как влияют устройства АВР генераторов на протекание переходного процесса в ЭЭС?

Для промежуточной аттестации:

Вопросы к экзамену по курсу
«Электромагнитные переходные процессы»

1. Какие причины возникновения переходных процессов в СЭС?
2. Для чего необходимо рассчитывать переходные процессы?
3. Каковы причины появления электромагнитных переходных процессов в СЭС и их возможные последствия?

4. Каковы основные виды КЗ и вероятности их возникновения в элементах СЭС в сетях различного напряжения?
5. Что понимается под термином «короткое замыкание», «простое замыкание»? Каковы обозначения видов замыканий в зависимости от режима нейтрали сети?
6. Какие условия и основные допущения принимают при расчетах КЗ?
7. Как выбираются и пересчитываются базисные условия для различных ступеней напряжения СЭС?
8. Зависит ли результат расчета токов КЗ от выбора базисных условий?
9. На чем основаны точное и приближенное приведение сопротивлений элементов короткозамкнутой цепи (генераторов, трансформаторов, ЛЭП, и реакторов) в схемах замещения?
10. Каковы цели расчета КЗ? Какова последовательность преобразования схем замещения при расчетах?
11. Что понимается под электрической удаленностью точки КЗ от источника питания?
12. Какой вид имеет принципиальная схема машины с демпферными обмотками и без них?
13. Как протекает переходный процесс при КЗ на зажимах синхронной машины без демпферных обмоток?
14. Какие значения эдс и индуктивного сопротивления синхронной машины называют переходными?
15. Какие особенности переходного процесса при КЗ на зажимах синхронной машины с демпферными обмотками?
16. Как определяются сверхпереходные эдс и сопротивления синхронной машины?
17. Какой вид имеют векторные диаграммы синхронной машины с демпферными обмотками и без них?
18. Как описать переходный процесс синхронной машины системой дифференциальных уравнений в фазных координатах?
19. Как можно преобразовать систему дифференциальных уравнений переходного процесса в фазных координатах в систему уравнений Парка-Горева?
20. Как описывается переходный процесс в асинхронных двигателях с помощью системы уравнений Парка-Горева?
21. Что представляют собой сверхпереходные эдс и сопротивления асинхронных двигателей и обобщенных нагрузок?
22. Как изменяются полный ток и его составляющие при трехфазном КЗ на зажимах генератора без АРВ?
23. Как влияет АРВ генератора на изменение тока при трехфазном КЗ?
24. Какой ток КЗ называется ударным и при каких условиях он возникает?
25. От каких параметров зависит ударный коэффициент?
26. Как определяется действующее значение полного тока КЗ?
27. Как изменяется полный ток и его составляющие при КЗ в удаленных точках СЭС?

28. Какими выражениями определяется периодическая составляющая начального тока КЗ?
29. Какое различие между переходными и сверхпереходными токами КЗ?
30. Можно ли аналитически определить ток КЗ в произвольный момент времени?
31. Какой режим называется установившимся?
32. Как определить ток КЗ в установившемся режиме?
33. Как определить начальное значение тока КЗ, создаваемого источником неограниченной мощности, генератором, двигателем, обобщенной нагрузкой?
34. На чем основан метод расчетных кривых? Какова область применения этого метода?
35. Для каких расчетных условий определения тока КЗ применяются типовые кривые?
36. Как определяется значение периодической составляющей тока КЗ в расчетный момент времени по расчетным (типовым) кривым?
37. Можно ли при расчете токов КЗ по расчетным кривым объединить в один эквивалентный источник ветвь питания от электрической системы с ветвями питания от генераторов конечной мощности?
38. В каких случаях можно выполнять расчет токов КЗ по их общему изменению?
39. Когда возникает необходимость расчета токов КЗ по их индивидуальному изменению?
40. Как выполняется расчет при подпитке точки КЗ синхронными (асинхронными) двигателями?
41. Каковы особенности расчета токов КЗ в электрических сетях напряжением до 1 кВ?
42. Как определяется активное переходное сопротивление при КЗ на различных ступенях распределения электрической энергии в сети напряжением до 1 кВ?
43. Каковы основные достоинства метода симметричных составляющих? Как определяется особая фаза?
44. В чем сущность основных положений метода симметричных составляющих?
45. В чем состоит расчет несимметричных режимов по методу симметричных составляющих?
46. Как раскладывается произвольная система несимметричных векторов на три симметричные системы?
47. Как по произвольно построенным симметричным системам (прямой, обратной и нулевой последовательностей) получить несимметричную систему?
48. Каковы сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательностей различных элементов короткозамкнутой цепи?
49. Почему для одного и того же элемента электрической цепи значения сопротивлений прямой z_1 , обратной z_2 и нулевой z_0 последовательностей в общем случае различны?
50. Как определяются сопротивления нулевой последовательности двух и трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов?

