

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

Д.И. Меркулов

«4» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой технологий
материалов и промышленной инженерии
Е.Ю. Степанович

«4» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Переходные процессы в системах электроснабжения»

Составитель(и)	Хлебцов А.П. старший преподаватель кафедры ТМПИ
Направление подготовки / специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) / специализация ОПОП	Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений
Квалификация (степень)	Бакалавр
Форма обучения	Заочная
Год приёма	2023 год
Курс	4,5
Семестр(ы)	8,9

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) Системное изучение переходных процессов, формирование необходимых знаний о причинах возникновения и физической сущности этих процессов, а также разработка практических методов их количественной оценки, с тем, чтобы можно было предвидеть и заранее предотвратить опасные последствия таких процессов.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): изучение теории переходных процессов, методов их анализа; изучение методики составления схем замещения и расчета переходных процессов в системах электроснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) относится к вариативной части элективных дисциплин и осваивается в 8.9 семестре(ах).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

- *Высшая математика*

Знания: линейной алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений, теории функций комплексной переменной;

Умения: выполнять матричные вычисления, решать дифференциальные уравнения, выполнять преобразования выражений с комплексными числами;

Навыки: применения аппарата математического анализа для решения задач оптимизации, построения систем дифференциальных уравнений для описания динамических процессов в технических системах.

- *Теоретические основы электротехники*

Знания: основных принципов описания и расчета цепей;

Умения: владеть аппаратом структурного анализа линейных электрических цепей;

Навыки: применения математических методов решения инженерных задач.

- *Физика*

Знания: представление о физико-технических эффектах, причине и следствии;

Умения: обоснованного суждения на базе общих физических принципов;

Навыки: решения физических задач различной природы.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- *Электроснабжение потребителей и режимы, электрооборудование источников энергии, электрических сетей и промышленных предприятий*

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

а) профессиональных (ПК): ПК-1. Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций. ПК-2. Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-1	ПК-1. Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений	ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации
ПК-2	ПК-2. Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций	ПК-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций	ПК-2.2. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	ПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для заочной формы обучения
---------------------------------	----------------------------

Вид учебной и внеучебной работы	для заочной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в академических часах	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	22
- занятия лекционного типа, в том числе: - практическая подготовка (если предусмотрена)	12
	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе: - практическая подготовка (если предусмотрена)	10
	-
- консультация (предэкзаменационная)	
- промежуточная аттестация по дисциплине	
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	122
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	Зачет – 8 семестр: Экзамен - 9 семестр.

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	В т.ч. ПП	ПЗ	В т.ч. ПП	ЛР	В т.ч. ПП				
Семестр 8.										
Тема 1. Введение	1				1			13	15	Опрос, оформление отчета по практической работе
Тема 2. Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий	2				1			12	15	РГР№1, оформление отчета по практической работе
Тема 3. Расчет несимметричных режимов	1				1			12	14	РГР№1, оформление отчета по практической работе
Тема 4. Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий	1				1			12	14	РГР№1, оформление отчета по практической работе
Тема 5. Переходные процессы в трансформаторах и двигателях	1				1			12	14	Опрос, оформление отчета по практической работе
Консультации										
Контроль промежуточной аттестации										Зачет
ИТОГО за семестр:	6				5			61	72	
Семестр 9.										
Тема 6. Переходные процессы в синхронной машине	1				1			13	15	Контрольная работа, оформление

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
										отчета по практической работе
Тема 7. Статическая устойчивость синхронных машин	2				1			12	15	РГР№2, оформление отчета по практической работе
Тема 8. Динамическая устойчивость синхронных машин	1				1			12	14	РГР№2, оформление отчета по практической работе
Тема 9. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки	1				1			12	14	РГР№2, оформление отчета по практической работе
Тема 10. Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.	1				1			12	14	Опрос, оформление отчета по практической работе
Консультации										
Контроль промежуточной аттестации										Экзамен
ИТОГО за семестр:	6				5			61	72	
ИТОГО за весь период	12				10			122	144	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-1, ПК-2	

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		ПК-1, ПК-2		
Тема 1. Введение	15	+	+	2
Тема 2. Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий	14	+	+	2
Тема 3. Расчет несимметричных режимов	14	+	+	2
Тема 4. Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий	14	+	+	2
Тема 5. Переходные процессы в трансформаторах и двигателях	15	+	+	2
Тема 6. Переходные процессы в синхронной машине	14	+	+	2
Тема 7. Статическая устойчивость синхронных машин	14	+	+	2
Тема 8. Динамическая устойчивость синхронных машин	14	+	+	2
Тема 9. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки	15	+	+	2
Тема 10. Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.	14	+	+	2

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение

Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе. Основные понятия, определения и нормы. Сведения о современном состоянии и развитии теории и расчетов переходных процессов в электроэнергетических системах. Классификация переходных процессов. Характеристика основных разделов и тем дисциплины

Тема 2. Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий

Расчет токов в простейшей цепи при трехфазном к.з. Приведение параметров схем замещения к относительным единицам. Преобразование схем замещения. Расчет периодической и аperiodической составляющих тока короткого замыкания. Практические методы расчета токов в разветвленной цепи. Короткие замыкания в цепи напряжением ниже тысячи вольт.

Тема 3. Расчет несимметричных режимов

Метод симметричных составляющих и его применение для расчета режимов при поперечной и продольной несимметрии. Расчет сопротивлений обратной и нулевой последовательности. Правило эквивалентности прямой последовательности. Расчет несимметричных режимов в цепях ниже тысячи вольт

Тема 4. Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий

Проверка оборудования на ударную стойкость. Выбор оборудования по условию его нагрева током короткого замыкания. Тепловой импульс тока.

Тема 5. Переходные процессы в трансформаторах и двигателях

Режимы включения под напряжением и короткого замыкания на холостом ходу трансформатора. Пуск мощного асинхронного двигателя. Выбор токоограничивающих реакторов

Тема 6. Переходные процессы в синхронной машине

Уравнения переходных процессов в синхронной машине. Преобразование Парка-Горева. Электрические параметры и постоянные времени. Переходные процессы при ударном начальном возбуждении, гашении поля и трехфазном коротком замыкании синхронной машины

Тема 7. Статическая устойчивость синхронных машин

Общие понятия и допущения. Угловые характеристики мощности простейшей электрической системы. Характеристики электрических нагрузок и механизмов. Уравнение движения ротора. Понятие статической устойчивости системы. Пределы и критерии статической устойчивости. Меры ее повышения

Тема 8. Динамическая устойчивость синхронных машин

Понятие динамической устойчивости синхронной машины. Метод последовательных интервалов. Меры повышения динамической устойчивости. Асинхронный ход и результирующая устойчивость

Тема 9. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки

Характеристики асинхронных двигателей и узлов нагрузки. Влияние режима электрической системы на работу нагрузки. Виды и особенности переходных процессов в узлах нагрузки при малых возмущениях. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки. Пределы и практические критерии устойчивости.

Тема 10. Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.

Динамические режимы работы асинхронных двигателей: пуск, самозапуск, короткие замыкания и набросы нагрузки. Влияние больших возмущений на режим узлов нагрузки. Пределы динамической устойчивости двигателей и узлов нагрузки.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных работ

При разработке учебных программ по ФГОС-3 поколения предполагается использование кроме традиционных форм проведения занятий также активные и интерактивные формы. При этом студенты глубже понимают учебный материал, память также акцентируется на проблемных ситуациях, что способствует запоминанию учебного материала.

В процессе обучения необходимо обращать внимание в первую очередь на те методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и соответственно мотивируют свое поведение. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечают интерактивные методы обучения.

Интерактивные лекционные занятия проводятся в следующей форме.

1. Лекция-беседа

В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента.

Участие (внимание) слушателей в данной лекции обеспечивается путем вопросно-ответной беседы с аудиторией (постановка проблемного задания).

Вначале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме.

Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах.

2. Лекция с элементами обратной связи.

В данном случае подразумевается изложение учебного материала и использование знаний по смежным предметам (межпредметные связи) или по изученному ранее учебному материалу. Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу.

Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

Если ответы вновь демонстрируют низкий уровень знаний студентов – следует изменить методику подачи учебного материала.

В форме лекции с элементами обратной связи проводятся занятия, в которых необходимо связать уже имеющиеся знания с излагаемым материалом.

3. Проектная работа

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются проектная работа, осуществляется работа с научно-технической документацией. Такие методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью,

взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Студенты делятся на 3...4 группы, выдается общее задание, но задаются различные варианты решения задачи, каждая группа анализирует предложенное решение, корректирует его и защищает перед студентами других подгрупп. Преподаватель выполняет роль рецензента. Задание желательно формировать на основе ситуаций, которые рассматривались при проведении нескольких занятий в активной форме. При проведении таких занятий преподаватель должен объяснить студентам значение компетентностного подхода для формирования современного специалиста, сформировать основные компетенции по специальности и показать пути их освоения.

4. Комплекс семинарских и лабораторных работ

Ведущий преподаватель вместе с новыми знаниями ведет участников обучения к самостоятельному поиску. Активность преподавателя уступает место активности студентов, его задачей становится создание условий для их инициативы. Преподаватель отказывается от роли своеобразного фильтра, пропускающего через себя учебную информацию, и выполняет функцию помощника в работе, одного из источников информации.

Студентам выдается список тем практических/семинарских занятий. Каждый студент готовит отчет с элементами анализа литературных источников изучаемой проблемы.

Промежуточная аттестация студентов подразделяется на зачетную, именуемую зачетной неделей, и экзаменационную сессию. Зачеты сдаются в течение одной недели перед экзаменационной сессией. Продолжительность экзаменационных сессий (а их две: зимняя и летняя) в учебном году устанавливается Госстандартом.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов – это основной метод самоподготовки по освоению учебных дисциплин и овладению навыками профессиональной и научно-исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов-заочников занимает до 90% бюджета времени, отводимого на освоение образовательной программы, и требует постоянного контроля и корректировки.

Важной частью самостоятельной работы является умение выделить основополагающие, отправные точки в понимании материала. Особо важную роль в этом процессе необходимо уделить конспекту лекций, в котором преподаватель сформировал «скелет», структуру раздела дисциплины. Читением учебной и научной литературы обучающийся углубляет и расширяет знания о предмете изучения. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.

Подготовка к занятиям лекционного типа подразумевает приобретение обучающимся первичных знаний по теме лекции для подготовки к структуризации объекта изучения, которую преподаватель выполняет на лекции. Изучение материала по теме лекции имеет цель уточнения отдельных моментов.

Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач.

Данной рабочей программой предусмотрена самостоятельная работа в объеме 266 часов. В соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов под

самостоятельной работой студентов (далее СРС) понимается «учебная, научно-исследовательская и общественно-значимая деятельность студентов, направленная на развитие общих и профессиональных компетенций, которая осуществляется без непосредственного участия преподавателя, хотя и направляется им».

По дисциплине «Физика» студентам предлагаются следующие формы СРС:

- изучение обязательной и дополнительной литературы;
- выполнение самостоятельных заданий на практических занятиях;
- решение заданных для самостоятельного решения задач;
- участие в подготовке проектов;
- поиск информации по заданной теме в сети Интернет;
- самоконтроль и взаимоконтроль выполненных заданий;
- подготовка к написанию контрольных работ, тестов, сдача экзамена.

Формы контроля: коллоквиумы, тематические тесты, тематические срезы, контрольные работы, отчеты по лабораторным работам.

Дистанционное тестирование

Дистанционное (интерактивное) тестирование проводится с целью подготовки и ознакомления обучающегося с примерными вопросами контрольного тестирования, которое будет проводиться в аудитории.

После завершения изучения на практических и лабораторных работах очередной проводится репетиционное тестирование на едином образовательном портале. Результаты репетиционного дистанционного тестирования могут быть зачтены преподавателем в качестве результата контрольного тестирования

Подготовка к зачету (экзамену)

Подготовка к зачету предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- изучение конспектов практических занятий;
- дистанционное тестирование по темам.

Перечень вопросов к зачету представлен в ФОСах. Баллы за зачет выставляются по критериям, представленным в ФОСах.

Главная задача самостоятельной работы студентов – развитие умения приобретать научные знания путем личных поисков, формирование активного интереса и вкуса к творческому, самостоятельному подходу в учебной и практической работе. В процессе самостоятельной работы студент должен научиться понимать сущность предмета изучаемой дисциплины, уметь анализировать и приходить к собственным обоснованным выводам и заключениям. Все виды учебных занятий основываются на активной самостоятельной работе студентов. Планирование самостоятельной работы студентов-заочников должно начинаться сразу после установочных лекций (от лат. lectio – «чтение» – это одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала).

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

<i>Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Форма работы</i>
-------------------------------------------------------	---------------------	---------------------

Тема 1. Введение	13	Работа с источниками информации, изучение тем, выносимых на самостоятельное обсуждение. Внеаудиторная, изучение учебных пособий
Тема 2. Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий	12	
Тема 3. Расчет несимметричных режимов	12	
Тема 4. Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий	12	
Тема 5. Переходные процессы в трансформаторах и двигателях	12	
Тема 6. Переходные процессы в синхронной машине	13	
Тема 7. Статическая устойчивость синхронных машин	12	
Тема 8. Динамическая устойчивость синхронных машин	12	
Тема 9. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки	12	
Тема 10. Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.	12	

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

По усмотрению преподавателя или по просьбе студента, студент для повышения своей оценки имеет право взять дополнительную письменную работу, выполняемую вне аудиторно. Работа может носить характер теста, доклада, реферата и т.д. Критерии выставления оценок за названные работы сформулированы в ФОСах. Здесь приводятся требования к оформлению работы.

Общие требования оформления курсовой работы/доклада/реферата/контрольной работы

Доклад/реферат выполняется на листах писчей бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-10 страниц текста для доклада, 10-15 страниц текста для реферата (приложения к работе не входят в ее объем). Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. Количество источников: не менее 5-8 различных источников для доклада, не менее 8-10 для реферата.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ. При оформлении работы соблюдаются поля:

- левое – 25 мм;
- правое – 10 мм;
- нижнее – 20 мм;
- верхнее – 20 мм

Оформление таблиц:

- Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.
- При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.
- Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.
- На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Оформление иллюстраций:

- Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.
- Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.
- На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.
- Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.
- Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.
- Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.
- Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.
- Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.
- При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

–

Приложения

- Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.
- В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.
- Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.
- Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.
- Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.
- Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.
- В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.
- Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».
- Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.
- Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Представление.

Письменная работа должна быть представлена в **двух видах**: печатном и электронном.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

При проведении *лекционных занятий* предусматривается использование ресурсов сети Интернет для демонстрации интерактивных моделей исследовательских установок и изучаемых процессов.

Используются формы *бинарных уроков*, во время которых для проведения инженерных расчетов интегрируются физика, математический анализ и изучаемая дисциплина.

При проведении семинаров используются элементы *деловой игры*: например, разбившись на команды, студенты проводят сравнительный анализ методов исследования структуры вещества.

При изложении курса преподавателю необходимо придерживаться основных принципов обучения: двигаться от простого к сложному, во взаимосвязи с другими курсами. Освоение теоретического курса должно сопровождаться решениями практических задач разного уровня сложности.

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Введение	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Выполнение лаб. работы
Тема 2. Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет
Тема 3. Расчет несимметричных режимов	<i>Лекция с элементами обратной связи</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет
Тема 4. Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет
Тема 5. Переходные процессы в трансформаторах и двигателях	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет
Тема 6. Переходные процессы в синхронной машине	<i>Лекция с элементами обратной связи</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет
Тема 7. Статическая устойчивость синхронных машин	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет
Тема 8. Динамическая устойчивость синхронных машин	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет
Тема 9. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки	<i>Лекция с элементами обратной связи</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет
Тема 10. Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет

6.2. Информационные технологии

Изучение дисциплины предусматривает применение активных форм проведения занятий. Принятая технология обучения базируется на интерактивной работе в аудитории, когда в процессе лекций и практических занятий, дополняемых самостоятельной работой обучаемых, в том числе и с участием преподавателя, выполняется серия заданий, совокупность которых позволяет практически применить полученные знания, развивая принятые для данной дисциплины компетенции.

Проведение большинства занятий осуществляется с использованием компьютеров и мультимедийных средств, а также раздаточных материалов.

Как источник информации широко используются электронные учебники и различные сайты как на договорной основе (смотри п. 6.3), так и находящиеся в свободном доступе.

Интернет и IT технологии широко используются при подготовке лекций, презентаций и пр.

Методические указания рекомендуется приносить на каждое занятие, чтобы «отслеживать» рассмотрение вопросов предусмотренных для ответов на коллоквиумах. Кроме того необходимая литература выдается в электронном виде, в формате djvu и pdf. Студенты перед каждой лекцией изучают материалы, полученные от преподавателя на предыдущей лекции. Для повышения рейтинга для студентов разработана система дополнительных занятий, включающих в себя исследовательские, технические и практические задания. Получить их можно в течение первых двух недель индивидуально.

Формы контроля: коллоквиумы, тематические обзоры, тематические срезы, экзамен.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>.
2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ»: <https://biblio.asu.edu.ru>.
3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>.
4. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека (НЭБ)» – Федеральная государственная информационная система, обеспечивающая создание единого российского электронного пространства знаний: <http://нэб.рф>.
5. Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ - Российская государственная библиотека (РГБ): <http://dvs.rsl.ru>.
6. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»: www.studentlibrary.ru.
7. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Центр цифровой дистрибуции» «КНИГАФОНД»: www.knigafund.ru/.
8. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ раздел «Легендарные книги».
9. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»: <http://dlib.eastview.com/>
10. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru ООО «РУНЭБ» - крупнейший российский информационный портал: <http://elibrary.ru>

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением

Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013, Microsoft Office 2013,	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
KOMPAS-3D V13	Создание трехмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
Google Chrome	Браузер
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
Sofa Stats	Программное обеспечение для статистики, анализа и отчетности
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
Maple 18	Система компьютерной алгебры
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Введение	ПК-1, ПК-2	Опрос, оформление отчета по

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
		практической работе
Тема 2. Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий	ПК-1, ПК-2	РГР№1, оформление отчета по практической работе
Тема 3. Расчет несимметричных режимов	ПК-1, ПК-2	
Тема 4. Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий	ПК-1, ПК-2	
Тема 5. Переходные процессы в трансформаторах и двигателях	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа, оформление отчета по практической работе
Тема 6. Переходные процессы в синхронной машине	ПК-1, ПК-2	Опрос, оформление отчета по практической работе
Тема 7. Статическая устойчивость синхронных машин	ПК-1, ПК-2	РГР№2, оформление отчета по практической работе
Тема 8. Динамическая устойчивость синхронных машин	ПК-1, ПК-2	
Тема 9. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки	ПК-1, ПК-2	
Тема 10. Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.	ПК-1, ПК-2	Опрос, оформление отчета по практической работе

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются тестирование, индивидуальное собеседование, устные/письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются индивидуальные задания.

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении

Шкала оценивания	Критерии оценивания
	примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Варианты контрольных работ

Задание № 1.

1. Общее уравнение прямой.
2. Закон электромагнитной индукции
3. Второй закон Ньютона.

Задание № 2.

1. Уравнение окружности, эллипса, параболы, гиперболы.
2. Виды ионизации
3. Принцип суперпозиции полей.

Задание № 3.

1. Производная и ее вычисление.
2. Изоляция ЛЭП.
3. Метод наложения

Задание № 4.

1. Ряд Тейлора;
2. Электрическое поле, причины появления

3. Метод симметричных составляющих.

Задание № 5.

1 Сущность операторного метода расчета переходных процессов.

2. Однородное дифференциальное уравнение.

3. Типы выключателей ВН.

Расчетно-графическая работа №1

«Исследование статической и динамической устойчивости простейшей электроэнергетической системы»

Генераторная станция работает на шины бесконечной мощности через две параллельные воздушные линии электропередачи и передает мощность P_2 при $\cos\varphi = 0,85$ (Рис. 1). Напряжение на шинах приёмной системы поддерживается неизменным, равным U_2 .

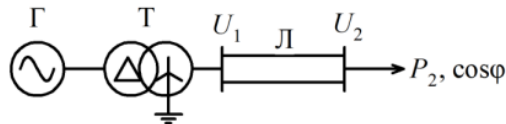


Рис. 1

Требуется:

1. Используя постоянные четырехполюсника, построить круговую диаграмму и угловые характеристики начала и конца передачи при условии отсутствия у генераторов автоматического регулирования напряжения (АРН) ($E_q = \text{const}$). Учесть все индуктивности схемы, активное сопротивление линий передач, а также ветвь намагничивания эквивалентного трансформатора и ёмкостную проводимость линий.

2. Построить угловые характеристики передачи при условии:

– отсутствия у генератора АРН ($E_q = \text{const}$);

– наличия у генераторов АРН пропорционального действия ($E'_q = \text{const}$);

– наличия у генераторов АРН сильного действия ($U_{rq} = \text{const}$).

Построить векторную диаграмму передачи, на которой отобразить $\dot{U}_2, \dot{E}_q, \dot{E}'_q, \dot{E}'_q, \dot{U}_Г, \dot{U}_{Гq}$. В этом пункте допускается пренебречь ветвью намагничивания трансформатора и активными сопротивлениями.

3. Определить пределы передаваемой мощности и коэффициенты запаса статической устойчивости системы для случаев, упомянутых в пунктах 1 и 2.

4. Выявить влияние коэффициента мощности нагрузки в пределах от $\cos = 0,6$ (ёмкостная нагрузка) до $\cos = 0,6$ (индуктивная нагрузка) на коэффициент запаса статической устойчивости. Расчёты провести для генераторов без АРН. Учесть все индуктивности схемы, и ёмкостную проводимость линий.

5. Проверить статическую устойчивость системы без учёта действия АРН, для чего получить и построить зависимости изменения угла во времени. При этом в качестве малого возмущения рассмотреть отклонение ротора на один градус от положения установившегося режима $\delta_{уст}$ ($\delta_{уст}=0^0, \delta_0, 80^0, \delta_{гр}<\delta<90^0, 115^0$). Расчёты провести для двух случаев: без учёта демпферного момента, с учётом демпферного момента. В данном пункте допускается пренебречь ветвью намагничивания трансформатора и активными сопротивлениями.

6. Провести расчёт динамической устойчивости системы при наличии у генераторов АРН пропорционального действия с определением предельного угла и

предельного времени отключения аварии при двухфазном КЗ на землю одной из параллельных линий вблизи шин генераторной станции. При выполнении расчётов пренебречь ветвью намагничивания трансформатора и активными сопротивлениями.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Номинальный коэффициент мощности для генераторов во всех вариантах можно полагать равным $\cos\varphi_H = 0,85$. Для машин с номинальной мощностью $P_{НГ} = 500$ МВт принимать $x_d = 2,41$, $x'_d = 0,4$, для машин мощностью $P_{НГ} = 300$ МВт – $x_d = 2$, $x'_d = 0,3$. Трансформаторы, работающие в блоке с генераторами, имеют мощность 630 МВА, если мощность машины 500 МВт и мощность 400 МВА, если мощность генератора – 300 МВт. Для трансформаторов мощностью 630 МВА следует принять $I_\mu = 1\%$, $U_k = 12,5\%$, а для трансформаторов мощностью 400 МВА – $I_\mu = 2\%$, $U_k = 10,5\%$. Активными потерями можно пренебречь. Величина демпферного момента для генераторов всех типов может быть принята равной $P_d = 30$ о.е. Остальные данные занесены в таблицу 1.

Таблица 1.

Вариант	U_2 , кВ	P_2 , МВт	L , км	P_G , МВт	T_j , с
1	335	536	480	2 x 500	8,0
2	490	750	600	3 x 500	7,5
3	240	330	340	2 x 300	9,0
4	235	290	260	500	7,0
5	360	600	450	3 x 300	9,0
6	500	900	550	3 x 500	6,5
7	214	200	210	2 x 300	8,5
8	330	500	400	3 x 300	8,6
9	305	525	360	2 x 500	5,6
10	320	560	480	3 x 300	6,8
11	240	330	345	2 x 500	5,5
12	330	530	530	2 x 500	5,0
13	250	320	480	3 x 300	9,5
14	326	450	313	3 x 300	6,0
15	353	700	290	3 x 500	7,0
16	331	530	570	4 x 300	7,9
17	306	490	430	2 x 500	8,5
18	315	516	472	2 x 300	10
19	300	560	388	3 x 300	8,6
20	328	506	530	2 x 500	8,0

Расчетно-графическая работа №2
«Расчет переходного процесса в системе электроснабжения»

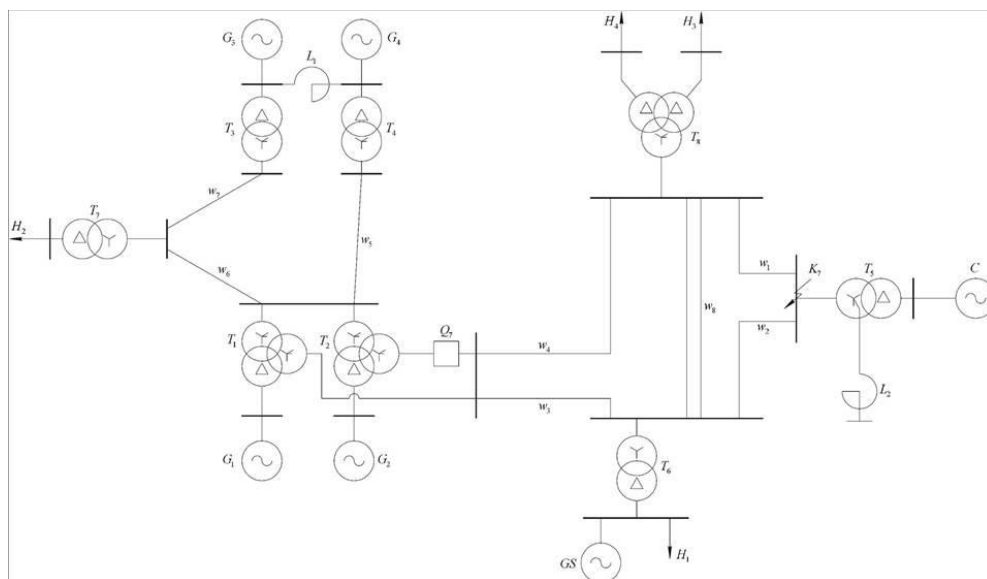


Рис 1.1. Расчётная схема

Цель работы – расчет токов трехфазного и несимметричного короткого замыкания.

В процессе расчетов использовались метод эквивалентных ЭДС, метод типовых кривых и метод несимметричных составляющих.

Полученные результаты позволили выбрать необходимое оборудование, а именно выключатель, а также настроить уставки релейной защиты и автоматики.

Задание:

1. Для начального момента трехфазного КЗ методом эквивалентных ЭДС найти:
-действующее значение периодической составляющей тока КЗ в месте повреждения и в ветви с выключателем;

-ударный ток в точке КЗ и в ветви с выключателем;

-наибольшее действующее значение полного тока КЗ в ветви с выключателем;

2. При симметричном КЗ в той же точке схемы методом типовых кривых определить:

-изменение периодической составляющей тока КЗ во времени для точки КЗ (0-0.5сек)

-мощность КЗ (в нулевой момент времени).

3. Методом симметричных составляющих для заданного вида несимметричного КЗ:
-построить векторные диаграммы токов и напряжений для места повреждения и выключателя, рассчитав необходимые для этого величины;

-найти модуль периодической составляющей тока КЗ для точки несимметрии упрощенным способом.

4. Провести сопоставление и анализ полученных в п.п.3-5 величин.

Исходные данные

№	Генераторы				Трансформаторы							Реакторы	Линии	Синхронные компенсаторы			Нагрузка
	Sн	Un	X''d	cosφн	Sн	Uв	Uс	Un	Uкв-с	Uкн-н	Uвкв-н			X	Км/тип провода	Sн	Un
	МВ	кВ	о.е.	о.е.	МВ	кВ	кВ	кВ	%	%	%	Ом		МВА	кВ	о.е.	МВ
1	37,5	10,	0,14	0,8	125	24	12	10,	11	45	28	0,4	70/АС-	15	11	0,16	20

		5	3			2	1	5					120			5	
2	37,5	10,5	0,143	0,8	125	242	121	10,5	11	45	28	30	40/AC-120				12
3	68,8	10,5	0,16	0,8	80	242		10,5			11		52/AC-120				7
4	68,8	10,5	0,16	0,8	80	242		10,5			11		80/AC-240				8
5					125	121		10,5			10,5		70/AC-240				
6					32	115		10,5			10,5		200/A C-240				
7					80	230		11			11		61/AC-240				
8					25	115		10,5			28		70/AC-120				

Номинальная мощность соседней энергосистемы $S_n = 250 \text{ MVA}$

Планы практических занятий

1. Тема Общая характеристика и классификация перенапряжений. Переходные процессы в электрических цепях. Матричная запись дифференциальных уравнений. Собственные значения (СЗ) и собственные векторы (СВ) матриц.

Вопросы для самоконтроля

1. Объяснить специфические особенности рассматриваемых процессов.
2. В чем проявляются отличия от аналогичных коммутаций других элементов электрической сети.
3. Зависимость условий формирования перенапряжений от типа коммутационного аппарата.
4. Понятие резонансных явлений. Сопоставить резонанс токов и резонанс напряжений.
5. Установить причинно – следственную связь процессов намагничивания и резонансных явлений.

2. Тема Решение системы дифференциальных уравнений электрических цепей через матричную экспоненту. Преобразование подобия. Приведение вещественных матриц общего вида для схем без потерь к симметричным матрицам.

Вопросы для самоконтроля

1. Объяснить рассматриваемые процессы с позиций закона сохранения энергии.
2. Физика и типы электрических разрядов в воздухе. Условия формирования.
3. Условия формирования дугового разряда. Энергетический баланс.
4. Отличительные признаки процессов формирования рассматриваемых перенапряжений в сети разного класса напряжения.

3. Тема Расчет переходных процессов с учетом частотных зависимостей параметров схем замещения высоковольтных устройств. Интегральные преобразования Фурье по Карсону и Лапласу. Решение систем дифференциальных уравнений с помощью интегрального преобразования Фурье.

Вопросы для самоконтроля

1. Зависимость кратности перенапряжений от класса напряжения сети.

2. Зависимость запаса прочности изоляции в зависимости от класса напряжения сети.

3. Влияние активного сопротивления элементов сети в нормальных, аварийных режимах работы и при формировании перенапряжений.

4. Чем отличаются процессы формирования высокочастотных перенапряжений и коммутационных при коммутациях ненагруженных линий?

4. Тема Частотные характеристики типовых внешних напряжений в узлах схем замещения. Многорезонансные передаточные функции сложных схем. Аналитические и численные этапы решения при заданной форме внешних воздействий в многоузловых схемах. Применение преобразования Лапласа к уравнениям в частных производных.

Вопросы для самоконтроля

1. Как влияет вид коммутации (отключение или включение) на характеристики рассматриваемых перенапряжений?

2. Разница понятий: длительность перенапряжений и их повторяемость.

3. Принципиальная разница методов заземления нейтралей сети: эффективное заземление, заземление через реактор, заземление через сопротивление и полная изоляция.

4. Для какой изоляции опасны рассматриваемые перенапряжения.

5. Поясните влияние характеристик вентильного разрядника на импульсный уровень изоляции электрической системы?

5. Тема Решение уравнений многопроводной линии с частотнозависимыми потерями. Волновые каналы многопроводной линии.

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристические параметры ЭП.

2. Общие уравнения 4-х полюсника.

3. Покажите влияние предвключенного сопротивления на величину резонансных перенапряжений.

4. Соединение 4-х полюсников по цепной схеме.

6. Тема Режимы заземления нейтрали энергосистем. Повышение напряжения в несимметричных режимах. Частичное разземление нейтрали. Расчеты токов замыкания в сети с заземленной и изолированной нейтралью.

Вопросы для самоконтроля

1. Коэффициенты 4-х полюсника для последовательного сопротивления.

2. Поясните влияние реактора поперечной компенсации, включенного на питающих шинах, на величину резонансных перенапряжений.

3. Учет насыщения стали трансформаторов.

4. Реактор включен в конце линии. Найдите вынужденную составляющую напряжения на конце ЛЭП.

5. Поясните влияние короны на вынужденную составляющую напряжения

7. Тема Дуговые перенапряжения. Гипотезы развития дуговых перенапряжений. Моделирование и методы исследования дуговых перенапряжений. Дуговые

перенапряжения в сети с заземлением нейтрали через дугогасящий реактор. Методы ограничения дуговых перенапряжений.

Вопросы для самоконтроля

1. Физический смысл эффекта Ферранти
2. Теорема преобразования плотности
3. Как определить вероятность перекрытия гирлянды изоляторов
4. Перечислите факторы, определяющие статистичность резонансных перенапряжений
5. Что представляет собой ударный коэффициент перенапряжений

8. Тема Коммутационные перенапряжения в сети с заземлением нейтрали через дугогасящий реактор. Перенапряжения при обрыве тока в реакторе при ликвидации замыканий на землю. Методы расчетов. Требования к размещению дугогасящих реакторов.

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристические параметры электропередачи.
2. Соединение 4-х-полюсников по цепной схеме.
3. Резонансные перенапряжения на основной частоте при холостом ходе электропередачи в установившемся режиме при источнике бесконечной мощности.
4. Физический смысл эффекта Ферранти.

9. Тема Коммутационные перенапряжения. Виды, характеристики и особенности формирования.

Коммутации ненагруженных трансформаторов. Преобразование энергий. Учет характеристик коммутационных аппаратов. Методы оценки перенапряжений. Ограничение перенапряжений. Коммутации ненагруженных ЛЭП. Методы моделирования и оценки характеристик перенапряжений. Мероприятия, ограничивающие уровни перенапряжений.

Вопросы для самоконтроля

1. Резонансные перенапряжения на основной частоте при холостом ходе электропередачи в установившемся режиме при источнике ограниченной мощности.
2. Выбор выключателя для синхронизации.
3. Влияние короны на резонансные перенапряжения в электрических системах.
4. Резонансные перенапряжения на высших гармониках.

10. Тема Резонансные перенапряжения. Эффект Ферранти. Методы расчетов. Анализ факторов, влияющих на уровень перенапряжений. Методы ограничения перенапряжений при проявлении емкостного эффекта.

Вопросы для самоконтроля

1. Резонансные перенапряжения при неполнофазных режимах в дальних ЛЭП.
2. Резонансные перенапряжения при несимметричном отключении фаз в системах с изолированной нейтралью.
3. Докажите устойчивость режима точки «А» при феррорезонансе.
4. Докажите устойчивость или неустойчивость режима точки «В» при феррорезонансе в элементарном колебательном контуре.

11. Тема Резонансные перенапряжения и защита от них, резонансное смещение нейтрали, емкостной эффект в симметричных режимах линий электропередачи (двухстороннее питание электропередачи)

Вопросы для самоконтроля

1. Влияние насыщения стали трансформаторов на вынужденную составляющую напряжения.
2. Резонансные перенапряжения при несимметричном отключении фаз. Однофазная схема замещения 3-х фазной системы.
3. Нелинейный гармонический резонанс в элементарном колебательном контуре. Влияние активного сопротивления на установившиеся режимы при феррорезонансе.
4. Влияние реакторов поперечной компенсации на вынужденную составляющую напряжения.
5. Перенапряжения на основной частоте при несимметричном К.З. на односторонне питаемой линии.

12. Тема Резонансные перенапряжения в неполнофазных режимах блочных электропередач. Резонансные перенапряжения в несимметричных режимах. Мероприятия по подавлению нечетных гармоник.

Вопросы для самоконтроля

1. Параметрический резонанс.
2. Самовозбуждение генераторов, работающих на ёмкостную нагрузку.
3. Субгармонический резонанс.
4. Статистические характеристики вынужденной составляющей напряжения.
5. Перенапряжения при однофазном К.З. на землю в системах с незаземленной нейтралью. Теория Петерсена.

13. Тема Самовозбуждение генераторов, работающих на емкостную нагрузку; перенапряжения в переходных режимах при коммутациях, плановых и аварийных, разрыв передачи вследствие асинхронного хода.

Вопросы для самоконтроля

1. Меры ограничения перенапряжений при отключении ненагруженных трансформаторов.
2. Стадии теории Петерсена.
3. Почему отличаются коммутационные перенапряжения при АПВ для НЭР и грозового режима.
4. Назначение дугогасящей катушки. 3 режима настройки ДГК.
5. Требования к восстанавливающемуся напряжению на контактах выключателей.

14. Тема Коммутационные перенапряжения при АПВ и отключениях шунтирующих реакторов, нештатных режимов (асинхронный режим). Статистические характеристики коммутационных перенапряжений. Факторы, влияющие на кратность перенапряжений. Высокочастотные перенапряжения при коммутациях ненагруженных шин. Условия формирования, методы оценки и ограничений. Организационные мероприятия.

Вопросы для самоконтроля

1. Влияние дугогасящей катушки на процесс развития перенапряжений по теории Петерсена.
2. Расчет распределения вероятностей амплитуд коммутационных перенапряжений..
3. Смещение нейтрали в сетях с дугогасящей катушкой.
4. Коммутационные перенапряжения при разрыве электропередачи вследствие качаний.
5. Положительные и отрицательные качества дугогасящей катушки.

15. Тема Феррорезонансные перенапряжения. Физика возбуждения. Феррорезонансные явления при последовательном соединении нелинейной индуктивности трансформаторов и емкости сети.

Вопросы для самоконтроля

1. Коммутационные перенапряжения на поврежденной фазе при разрыве передачи, оборудованной установкой продольной компенсации (УПК).
2. Оценка вероятности перекрытия изоляции ЛЭП при коммутационных перенапряжениях в сухую погоду.
3. Процессы восстановления напряжения на контактах генераторных выключателей.
4. Общие методы прогнозирования коммутационных перенапряжений.
5. Коммутационные перенапряжения на здоровых фазах электропередачи при отключении К.З..

Вопросы к экзамену

1. Статическая устойчивость. Основные понятия и определения.
2. Статическая устойчивость простейшей системы.
3. Характер нарушения статической устойчивости.
4. Уравнение движения ротора синхронной машины.
5. Динамическая устойчивость. Основные понятия и определения.
6. Динамическая устойчивость простейшей системы. Критерий устойчивости.
7. Применение метода площадей для анализа динамической устойчивости.
8. Предельный угол отключения КЗ и предельное время отключения КЗ.
9. Решение уравнения движения ротора.
10. Динамическая устойчивость сложных систем.
11. Результирующая устойчивость систем.
12. Схема замещения и основные характеристики асинхронного двигателя.
13. Статическая устойчивость асинхронных двигателей.
14. Характеристики нагрузки, принимаемые при расчете устойчивости.
15. Характеристики механизмов, приводимых во вращение двигателями.
16. Влияние режима электрической системы на режим нагрузки
17. Практические критерии статической устойчивости нагрузки
18. Пуск асинхронных и синхронных двигателей.
19. Самозапуск двигателей.
20. Влияние резких изменений режима в системах электроснабжения на работу двигательной нагрузки.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-1. Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций. ПК-2. Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций				
1.	Задание закрытого типа	Какой из следующих факторов влияет на скорость переходного процесса? - а) Начальные условия - б) Характеристики системы - с) Внешние воздействия - d) Все перечисленные	d	2
2.		Как вы считаете, в каких системах переходные процессы наиболее заметны? - а) Электрических - б) Механических - с) Химических - d) Во всех из перечисленных	d	2
3.		Какую модель чаще всего применяют для описания переходных процессов? - а) Линейная - б) Нелинейная - с) Дискретная - d) Все перечисленные	a	2
4.		Какова основная задача анализа переходных процессов? - а) Оптимизация временных затрат	b	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<ul style="list-style-type: none"> - б) Прогнозирование поведения системы - с) Устранение недочетов - d) Другие задачи 		
5.	Задание открытого типа	Как вы определяете понятие "переходный процесс" в своей области знаний?	Переходный процесс — это процесс, который происходит в системе при изменении ее состояния, начиная с одного равновесия и переходя к другому. Это может включать изменения в параметрах системы, такие как температура, давление или концентрация.	5-8
6.		Какие примеры переходных процессов вы можете привести из своей практики или из научных исследований?	Примеры переходных процессов включают реакцию, протекающую при нагревании вещества, изменение температуры в теплообменнике, быстрое изменение давления в газовом, а также переход от одного фазового состояния к другому, например, плавление льда.	5-8
7.		Какие методы вы используете для анализа и моделирования переходных процессов?	Для анализа и моделирования переходных процессов я использую различные методы: численные методы (например, метод конечных элементов), аналитические подходы для решения дифференциальных уравнений, а также компьютерные симуляции для прогнозирования поведения системы	5-8
8.		Какие сложности или препятствия вы встречаете при изучении переходных процессов?	Сложности при изучении переходных процессов могут включать наличие нелинейности в	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			уравнениях, влияние шумов и случайных факторов, а также трудности в получении точных данных для моделирования. Иногда бывает сложно учитывать все параметры влияния.	
9.		Как вы видите будущее исследований в области переходных процессов и их применения?	Я вижу будущее исследований в области переходных процессов как многообещающее. С развитием вычислительных технологий и методов машинного обучения мы сможем более точно моделировать и предсказывать переходные процессы в сложных системах, что приведет к новым инновациям в различных отраслях, таких как энергетика, материаловедение и экология.	5-8

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Оценка достижений студентов строится на основе системы БАРС (Приказ ректора от 13.01.2014 г. № 08-01-01/08) ознакомиться с которой можно по ссылке http://asu.edu.ru/images/File/Ilil_5/ATT00072.pdf.

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	<i>Ответ на занятии</i>	10/4* /1**	40* / 10**	

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
2.	<i>Выполнение лабораторных работ</i>	10/5* /3**	50* / 30**	
Всего			90* / 40**	-
Блок бонусов				
3.	<i>Посещение занятий</i>	10/0,5	5	
4.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>	10/0,5	5	
Всего			10	-
Дополнительный блок**				
5.	<i>Экзамен</i>	1/50	50	
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание (два и более)	-2
Не готов к практическому занятию	-2
Нарушение дисциплины	-2
Пропуски лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-2
Пропуски практических занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-2
Не своевременное выполнение задания	-2
Нарушение техники безопасности	-1

При передаче экзамена (зачета) из рейтингового балла студента вычитается:

- первая передача – 5 баллов
- вторая передача – 10 баллов

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	3 (удовлетворительно)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Армеев, Д. В. Переходные процессы в электрических системах / Армеев Д. В., Гусев Е. П. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. - 332 с. - ISBN 978-5-7782-2498-8. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224988.html>

2. Долгов, А. П. Переходные электромеханические процессы электрических систем: учебное пособие / А. П. Долгов. - Новосибирск: НГТУ, 2019. - 236 с. - ISBN 978-5-7782-3837-4. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778238374.html>

3. Переходные процессы в электрических системах: сборник задач / Д. В. Армеев, Е. П. Гусев, А. П. Долгов [и др.]. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 331 с. — ISBN 978-5-7782-2498-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL:

<http://www.iprbookshop.ru/45133.html>

8.2. Дополнительная литература:

1. Кувшинов, А. А. Теория электропривода. Часть 3: Переходные процессы в электроприводе: учебное пособие / Кувшинов А. А. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 114 с. - ISBN 978-5-7410-1731-9. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017319.html>

2. Пилипенко, В. Т. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: учебно-методическое пособие / В. Т. Пилипенко. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 124 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/33671.html>

3. Хрущев, Ю. В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие / Ю. В. Хрущев, К. И. Заповодников, А. Ю. Юшков. — Томск: Томский политехнический университет, 2012. — 154 с. — ISBN 978-5-4387-0125-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/34740.html>

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207102.html> (ЭБС "Консультант студента")

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых

договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения занятий по дисциплине имеются лекционные аудитории, оборудованные мультимедийной техникой с возможностью презентации обучающих материалов; аудитории для проведения семинарских и практических занятий, оборудованные учебной мебелью; библиотека с местами, оборудованными компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).