

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
«11» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ТМИПИ
Е. Ю. Степановович

«11» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Переходные процессы в системах электроснабжения

Составитель(-и)

Рзаев Р.А., ст. преподаватель кафедры ТМПИ

Согласовано с работодателями

**Акатов А.А., Заместитель начальника
Управления высоковольтных сетей, Филиал
ПАО «Россети Юг» -«Астраханьэнерго»**

Направление подготовки /
специальность
Направленность (профиль) ОПОП

**13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника
Электрооборудование и электрохозяйство
предприятий, организаций и учреждений
бакалавр**

Квалификация (степень)

Форма обучения

заочная

Год приема

2024

Курс

4-5

Семестр

8-9

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) Подготовка будущих бакалавров в вопросах теории автоматизации сварочных процессов, ознакомление с возможностями и принципами автоматизации

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): Постановка и решение задач совершенствования производственных процессов, подготовка к эксплуатации систем автоматизации сварочного производства.

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.

- *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-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-	Основные методы сбора и обработки технических данных (нормативные документы, патентные	Анализировать и систематизировать техническую информацию из различных источников	Навыками работы с инструментами и сравнительного анализа

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
	способные варианты технических решений	исследования, benchmarking) Критерии оценки конкурентоспособности технических решений (техно-экономические показатели, надежность, энергоэффективность)	Формулировать альтернативные варианты решений с обоснованием их преимуществ и недостатков	(SWOT-анализ, метод взвешенных критериев) Техниками презентации технических решений (визуализация данных, составление сравнительных таблиц)
ПК-2	ПК-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций	Основные виды и периодичность испытаний электрооборудования (приемосдаточные, эксплуатационные, типовые) Нормативные требования к методам диагностики (ГОСТ, ПУЭ, РД) и предельно допустимые параметры оборудования	Выбирать методики испытаний в зависимости от типа оборудования (трансформаторы, генераторы, кабельные линии) Интерпретировать результаты диагностических измерений и выявлять отклонения от нормативных показателей	Навыками работы с основными средствами диагностики (мегаомметры, анализаторы частичных разрядов, тепловизоры) Методами оформления технической отчетности по результатам испытаний (протоколы, дефектные ведомости)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 4 зачетных единиц (144 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и 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
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в академических часах	144

Вид учебной и внеучебной работы	для заочной формы обучения
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
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	122
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	зачет – 8 семестр; Диф. зачет – 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							12	14	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	1				1			13	15	Опрос, оформление

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточно й аттестации
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
трансформаторах и двигателях										отчета по практической работе
Консультации										
Контроль промежуточной аттестации										Зачет
ИТОГО за семестр:	6				4			62	72	
Семестр 9.										
Тема 6. Переходные процессы в синхронной машине	1				1			12	14	Контрольная работа, оформление 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				2			12	15	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										Дифзачет
ИТОГО за семестр:	6				6			60	72	
ИТОГО за весь период	12				10			122	144	

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

Таблица 3 - Матрица соотнесения тем учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций

<i>Темы, разделы дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Код компетенции</i>	<i>Общее количество компетенций</i>
8-9 семестр			
Тема 1. Введение	15	ПК-1, ПК-2	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	15		2
Тема 8. Динамическая устойчивость синхронных машин	15		2
Тема 9. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки	14		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 напряжение 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.

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 (модулю)

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. Читанием 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 приходиться 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).

Рекомендуется подготовка к каждому занятию, т.к. материал последующих занятий предполагает усвоение предыдущего материала.

Таблица 4 - Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер радела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1.	Тема 1. Введение	13	Внеаудиторная

2.	Тема 2. Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий	12	самостоятельная работа, выполнение РГР
3.	Тема 3. Расчет несимметричных режимов	12	
4.	Тема 4. Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий	12	
5.	Тема 5. Переходные процессы в трансформаторах и двигателях	13	
6.	Тема 6. Переходные процессы в синхронной машине	12	
7.	Тема 7. Статическая устойчивость синхронных машин	12	
8.	Тема 8. Динамическая устойчивость синхронных машин	12	
9.	Тема 9. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки	12	
10.	Тема 10. Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.	12	
	Итого	122	

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, Ъ. 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: кейс-анализ; презентации; проекты; интерактивные лекции; групповые дискуссии; peer education/равный обучает равного; проектные семинары, групповая консультация.

Традиционная технология, включающая в себя:

- информационную лекцию: последовательное изложение фундаментальных положений курса в дисциплинарной логике;
- практическое занятие и лабораторная работа: освоение конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Интерактивная технология, предполагающая активное и нелинейное взаимодействие участников образовательного процесса, нацеленное на достижение значимого результата. Интерактивность подразумевает субъект-субъектное взаимодействие, формирующее саморазвивающуюся информационно-ресурсную среду. Данная технология реализуется в виде:

- лекция «обратной связи»: изложение материала с заранее запланированными вопросами к аудитории и ошибками, реакция на которые определяет дальнейшее изложение материала;
- семинар-дискуссия: коллективное обсуждение изучаемой проблемы, выявление значимых предложений и их анализ.

Информационно-коммуникационная технология, основанная на применении программных сред и технических средств работы и информации:

- лекция-визуализация: изложение материала сопровождается презентацией;
- практическое занятие в форме презентации: представление материала на примере работы в вычислительной или моделирующей средах.

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

	Тема дисциплины	Форма учебного занятия	
		Лекция	Лабораторные работы
1.	Тема 1. Введение	лекция-презентация	выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)
2.	Тема 2. Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий	лекция-презентация	не предусмотрено
3.	Тема 3. Расчет несимметричных режимов	лекция-презентация	выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)
4.	Тема 4. Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий	лекция-презентация	выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)
5.	Тема 5. Переходные процессы в трансформаторах и двигателях	лекция-презентация	выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)
6.	Тема 6. Переходные процессы в синхронной машине	лекция-презентация	выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)

	Тема дисциплины	Форма учебного занятия	
		Лекция	Лабораторные работы
7.	Тема 7. Статическая устойчивость синхронных машин	лекция-презентация	выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)
8.	Тема 8. Динамическая устойчивость синхронных машин	лекция-презентация	выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)
9.	Тема 9. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки	лекция-презентация	выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)
10.	Тема 10. Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.	лекция-презентация	выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)

6.2. Информационные технологии

- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование»);
- использование электронных учебников и различных сайтов как источник информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.);
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций

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

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ

Наименование программного обеспечения	Назначение
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
КОМПАС-3D V21	Создание трёхмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
Blender	Средство создания трёхмерной компьютерной графики
PyCharm EDU	Среда разработки
R	Программная среда вычислений
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
Autodesk 3ds Max 2021	Профессиональное программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и визуализации при создании игр и проектировании.
Autodesk AutoCad 2021	Пакет программ для точного проектирования и цифрового черчения планов, развёрток, схем и виртуальных трёхмерных моделей.
FreeCAD	Программа параметрического трёхмерного моделирования, предназначенная прежде всего для проектирования объектов реального мира любого размера.

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. [Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»](http://dlib.eastview.com)

<http://dlib.eastview.com>

Имя пользователя: AstrGU, Пароль: AstrGU

2. Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов - www.polpred.com

3. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» - <https://library.asu.edu.ru/catalog/>

4. Электронный каталог «Научные журналы АГУ» - <https://journal.asu.edu.ru/>

5. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек.

<http://mars.arbicon.ru>

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) «Переходные процессы в системах электроснабжения» 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

№ п/п	Контролируемая тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	*Наим. оценочного средства
1.	Тема 1. Введение	ПК-1, ПК-2	1-3
2.	Тема 2. Расчеты и анализ токов трехфазных коротких замыканий		1-3
3.	Тема 3. Расчет несимметричных режимов		1-3
4.	Тема 4. Выбор оборудования по условиям токов коротких замыканий		1-3
5.	Тема 5. Переходные процессы в трансформаторах и двигателях		1-3
6.	Тема 6. Переходные процессы в синхронной машине		1-3
7.	Тема 7. Статическая устойчивость синхронных машин		1-3
8.	Тема 8. Динамическая устойчивость синхронных машин		1-3
9.	Тема 9. Статическая устойчивость асинхронных двигателей и узлов нагрузки		1-3
10	Тема 10. Переходные процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях.		1-3

***Оценочные средства**

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам дисциплины
2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

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

Для оценивания результатов обучения в виде **умений и владений** используются: практические задания, включающие одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. Простые ситуационные задачи (для оценки умений) с коротким ответом или простым действием и несложные задания по выполнению конкретных действий. Комплексные задания требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуации (для оценки владений).

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

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	1. Правильное выполнение 90% предложенных тестовых заданий 2. Умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, делать необходимые выводы. 3. Демонстрация глубоких знаний теоретического материала, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры.
4 «хорошо»	1. Правильное выполнение 80% предложенных тестовых заданий 2. Демонстрируются знания теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	1. Правильное выполнение 70% предложенных тестовых заданий 2. Демонстрируется неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов.
2 «неудовлетворительно»	Демонстрируются существенные пробелы в знании теоретического материала, не способность его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя.

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

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	1. Правильное, самостоятельное и своевременное выполнение заданий по темам дисциплины (подпись преподавателя) 2. Демонстрируется способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполнение заданий. 3. Умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	1. Правильное, самостоятельное и своевременное выполнение заданий по темам дисциплины (подпись преподавателя), допускаются недочеты, не влияющие на суть задачи. 2. Демонстрируется способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательное и правильное выполнение заданий. 3. Умение обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, возможны единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя

3 «удовлетворительно»	1. Правильное, самостоятельное и своевременное выполнение заданий по темам дисциплины (подпись преподавателя), допускаются недочеты при решении комплексных задач, задание выполнено с помощью тьютера. 2. Неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя; 3. Демонстрируются отдельные, несистематизированные навыки, неспособность применить знания теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	1. Отсутствие выполненных заданий по темам дисциплины (подпись преподавателя) и его теоретического обоснования. 2. Отсутствие умения самостоятельно правильно выполнить задание

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 .

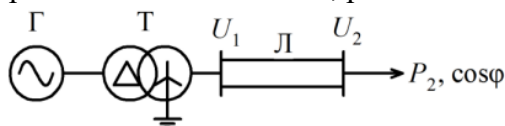


Рис. 1

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 ($U_{Gq} = \text{const}$).

Построить векторную диаграмму передачи, на которой отобразить $\dot{U}_2, \dot{E}_q, \dot{E}', \dot{E}'_q, \dot{U}_G, \dot{U}_{Gq}$. 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 РНГ = 500 МВт принимать $x_d = 2,41, x'_d = 0,4$, для машин мощностью РНГ = 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	$U_2, \text{кВ}$	$P_2, \text{МВт}$	$L, \text{км}$	$P_G, \text{МВт}$	$T_j, \text{с}$
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»

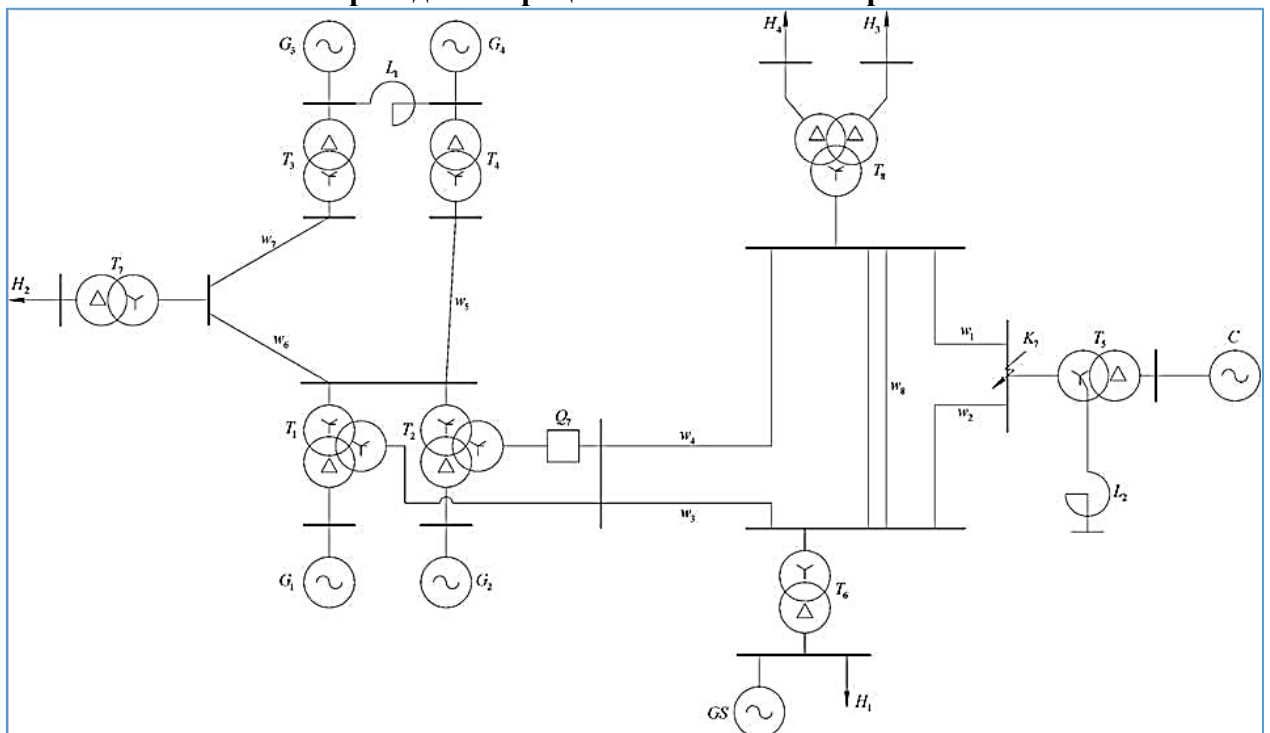


Рис 1.1. Расчётная схема

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:

- 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;
- 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).
- 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	
	S _н	U _н	X'' _d	cosφ _н	S _н	U _в	U _с	U _н	U _{кв-с}	U _{кв-н}	U _{кв-н}			X	Км/тип провода	S _н	U _н
	МВ А	кВ	о.е.	о.е.	МВ А	кВ	кВ	кВ	%	%	%	Ом		МВА	кВ	о.е.	МВ А
1	37,5	10,5	0,143	0,8	125	242	121	10,5	11	45	28	0,4	70/АС-120	15	11	0,165	20
2	37,5	10,5	0,143	0,8	125	242	121	10,5	11	45	28	30	40/АС-120				12
3	68,8	10,5	0,16	0,8	80	242		10,5			11		52/АС-120				7
4	68,8	10,5	0,16	0,8	80	242		10,5			11		80/АС-240				8
5					125	121		10,5			10,5		70/АС-240				
6					32	115		10,5			10,5		200/АС-240				
7					80	230		11			11		61/АС-240				
8					25	115		10,5			28		70/АС-120				

Номинальная мощность соседней энергосистемы S_н = 250 МВА

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				
1.	Задание закрытого типа	Какой из следующих факторов влияет на скорость переходного процесса? - а) Начальные условия - б) Характеристики системы - с) Внешние воздействия - д) Все перечисленные	d	2
2.		Как вы считаете, в каких системах переходные процессы наиболее заметны? - а) Электрических - б) Механических - с) Химических - д) Во всех из перечисленных	d	2
3.		Какую модель чаще всего применяют для описания переходных процессов? - а) Линейная - б) Нелинейная - с) Дискретная - д) Все перечисленные	a	2
4.		Какова основная задача анализа переходных процессов? - а) Оптимизация временных затрат - б) Прогнозирование поведения системы - с) Устранение недочетов - д) Другие задачи	b	3
5.		1. Как вы определяете понятие "переходный процесс" в своей области знаний?	Переходный процесс — это процесс, который происходит в системе при изменении ее	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			состояния, начиная с одного равновесия и переходя к другому. Это может включать изменения в параметрах системы, такие как температура, давление или концентрация.	
6.	Задание закрытого типа	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 уравнениях, влияние шумов и случайных факторов, а также трудности в получении	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			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
10.	Задание комбинированного типа	Какой из следующих факторов влияет на скорость переходного процесса? - а) Начальные условия - б) Характеристики системы - с) Внешние воздействия - д) Все перечисленные Объясните, почему	d Скорость переходного процесса зависит от начальной скорости, характерного времени и эквивалентного ускорения. Начальные условия определяют в том числе и начальную скорость. Характеристики системы задают ход характерного времени. Внешние воздействия приводят к возникновению эквивалентного ускорения по второму закону Ньютона. Поэтому всё перечисленное влияет на скорость переходного процесса.	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
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 - д) Все перечисленные	d	2
1.		Как вы считаете, в каких системах переходные процессы наиболее заметны? - а) Электрических - б) Механических - с) Химических - д) Во всех из перечисленных	d	2
3.		Какую модель чаще всего применяют для описания переходных процессов? - а) Линейная - б) Нелинейная - с) Дискретная - д) Все перечисленные	a	2
4.		Какова основная задача анализа переходных процессов? - а) Оптимизация временных затрат - б) Прогнозирование поведения системы - с) Устранение недочетов - д) Другие задачи	b	3
5.		Задание открытого типа	2. 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.
6.	Какие примеры переходных процессов вы можете привести из своей практики или из научных исследований?		Примеры переходных процессов включают реакцию, протекающую при	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			нагревании вещества, изменение температуры в теплообменнике, быстрое изменение давления в газовом, а также переход от одного фазового состояния к другому, например, плавление льда.	
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 уравнениях, влияние шумов и случайных факторов, а также трудности в получении точных данных для моделирования. Иногда бывает сложно учитывать все параметры влияния.	5-8
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	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			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.	
10.	Задание комбинированного типа	Как вы считаете, в каких системах переходные процессы наиболее заметны? - а) Электрических - б) Механических - с) Химических - д) Во всех из перечисленных Объясните, почему	d Во всех из перечисленных процессах переходные процессы имеют существенную роль и несравнимы между собой.	5

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

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий/ баллы	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
8 семестр				
Основной блок				
1.	Опрос	4/6	24	
2.	Контрольная работа	1/20	20	
3.	Расчетно-графическая работа	1/20	20	
4.	Тест по теме	4/6	24	
	Всего		88	
Блок бонусов				
5.	Отсутствие пропусков (лекций, практических занятий)		4	
6.	Активная работа на занятиях		4	
7.	Своевременное выполнение заданий		4	
	Всего		12	
	Итого		100	
9 семестр				
Основной блок				
1.	Опрос	2/5	10	
3.	Расчетно-графическая работа	2/20	40	

4.	Тест по теме	2/5	10	
	Всего		60	
Блок бонусов				
5.	Отсутствие пропусков (лекций, практических занятий)		4	
6.	Активная работа на занятиях		4	
7.	Своевременное выполнение заданий		2	
	Всего		10	
Дополнительный блок				
	Дифзачет	1	40	
	Итого		100	

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия из расчета 1 занятие – 100 баллов)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-10
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-10
<i>Неготовность к занятию</i>	-20
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-30

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-бальной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
60–64	2 (неудовлетворительно)	
Ниже 60		

При реализации дисциплины 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.

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).