

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись) _____ 2024 года
«20» _____



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«Электромеханические переходные процессы
в электроэнергетических системах»**

По направлению подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электроснабжение

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – получение теоретических и практических навыков анализа переходных электромеханических процессов при малых и больших возмущениях в электроэнергетических системах. При этом основное внимание уделяется методам анализа статической и динамической устойчивости и мероприятиям по их обеспечению.

Задачи:

- освоение студентами математических моделей различных элементов электроэнергетических систем: синхронных генераторов, асинхронных электродвигателей, трансформаторов, отражающих особенности переходных процессов в электроэнергетических системах;
- получение знаний в области методов исследования электромеханических переходных процессов, овладение методами оценки практических критериев устойчивости, способами анализа динамической и статической устойчивости; формирование компетенций по расчету переходных процессов и устойчивости в узлах нагрузки, а также асинхронных режимов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «*Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах*» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: **знания** терминологии, основных понятий и определений; основных видов больших и малых возмущающих воздействий, основных критериев оценки статической и динамической устойчивости энергосистем, регламентирования «Руководящими указаниями....», требований к запасам статической устойчивости энергосистем, методологических основ расчётов пределов и запасов устойчивости энергосистем, **умения** оценивать последствия нарушения устойчивости энергосистем, формулировать задачи анализа устойчивости энергосистем, составлять математические модели для проведения расчётов устойчивости энергосистем, проводить расчёты устойчивости и формулировать выводы по полученным результатам, оформлять результаты расчёта и анализа в соответствии с требованиями ЕСКД; **навыки** анализа характеристик электромеханических переходных процессов, возникающих в элементах электроэнергетической системы, анализа физических явлений, электромеханических переходных процессов, в элементах электроэнергетической системы, определения устойчивых и неустойчивых режимов энергосистем, выбора средств обеспечения устойчивости режимов энергосистем, цифрового моделирования и анализа электромеханических процессов, происходящих в энергосистемах, представления результатов расчёта в удобной для восприятия форме.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Электронные энергетические системы и сети», «Электрические машины и

аппараты» и служит основой для освоения дисциплины «Электроснабжение промышленных предприятий».

Дисциплина «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» является необходимой для освоения профессиональных компетенций по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, а также, самостоятельного написания выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает режимы работы объектов профессиональной деятельности ПК-3.2. Умеет рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности ПК-3.3. Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности	<p>знать: терминологию, основные понятия и определения; основные виды больших и малых возмущающих воздействий; основные критерии оценки статической и динамической устойчивости энергосистем; регламентирование «Руководящими указаниями.» требования к запасам статической устойчивости энергосистем; методологические основы расчётов пределов и запасов устойчивости энергосистем.</p> <p>уметь: оценивать последствия нарушения устойчивости энергосистем; формулировать задачи анализа устойчивости энергосистем; составлять математические модели для проведения расчётов устойчивости энергосистем; проводить расчёты устойчивости и формулировать выводы по полученным результатам; оформлять результаты расчёта и анализа в соответствии с требованиями ЕСКД.</p> <p>владеть: навыками анализа характеристик электромеханических переходных процессов, возникающих в элементах электроэнергетической системы, навыками анализа физических явлений, электромеханических переходных процессов, в элементах электроэнергетической системы; методами определения устойчивых и неустойчивых режимов энергосистем; методами выбора средств обеспечения устойчивости режимов энергосистем; методами цифрового моделирования и анализа электромеханических процессов, происходящих в энергосистемах; методами представления результатов расчёта в удобной для восприятия формой.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)		144 (4 зач. ед)
Обязательная контактная работа (всего) в том числе:	78		20
Лекции	39		10
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	39		10
Лабораторные работы	-		-
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	66		124
Форма аттестации	(Зачёт) Экзамен		(Зачёт) Экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 7(4)

Тема 1. Общие сведения об электромеханических переходных процессах.

Общие сведения об электромеханических переходных процессах. Уравнение движения ротора генераторов. Понятие о статической устойчивости. Уравнение движения ротора генераторов в различных формах. Понятие о статической устойчивости энергосистемы. Практические критерии статической устойчивости электроэнергетической системы (ЭЭС).

Тема 2. Уравнение движения генератора.

Обобщенные параметры схемы замещения одномашинной энергосистемы. Угловые характеристики мощности одномашинной энергосистемы. Собственные и взаимные сопротивления одномашинной ЭЭС. Угловые характеристики генератора при сложной связи с приемной ЭЭС. Влияние промежуточных поперечных подключений (активного, индуктивного, или емкостного сопротивления) на статическую устойчивость одномашинной ЭЭС.

Тема 3. Метод малых колебаний для анализа статической устойчивости энергосистем.

Линеаризация уравнений и ее назначение. энергосистемы. Анализ статической устойчивости одномашинной энергосистемы. Векторные

диаграммы напряжений и токов нерегулируемого и регулируемого генераторов.

Тема 4. Статическая устойчивость регулируемого генератора.

Векторные диаграммы нерегулируемого и регулируемого генераторов. Угловые характеристики регулируемого генератора. Упрощенные математические модели регулируемого генератора.

Тема 5. Статическая устойчивость двухмашинной энергосистемы.

Исходные уравнения. Уравнение малых колебаний и критерий статической устойчивости. Упрощенные математические модели регулируемого генератора. Понятие о синхронной оси; абсолютное и относительное движение роторов генераторов.

Тема 6. Понятие о самораскручивании роторов генераторов.

Самораскручивание при наличии большого активного сопротивления в статорной цепи. Самораскручивание при наличии зоны нечувствительности и запаздывания сигналов в системе автоматического регулирования возбуждения генератора. Самораскручивание при неправильной настройке автоматического регулятора возбуждения. Автоматические регуляторы возбуждения пропорционального и сильного действия. Угловые характеристики генератора с автоматическим регулированием возбуждения.

Семестр 8(4)

Тема 7. Основы практических расчетов статической устойчивости сложных энергосистем.

Определение предельного угла отключения поврежденной цепи ЛЭП.

Тема 8. Понятие о динамической устойчивости электроэнергетической системы.

Динамическая устойчивость энергосистем. Динамическая устойчивость одномашинной энергосистемы при полном сбросе мощности. Динамическая устойчивость одномашинной энергосистемы при полном сбросе мощности. Динамическая устойчивость энергосистем. Учет турбин. Учет синхронных генераторов. Учет электрической сети. Учет нагрузки.

Тема 9. Понятие о синхронной оси. Абсолютное и относительное движение роторов генераторов.

Проверка устойчивости при наличии автоматического повторного включения. Процессы при отключении части генераторов. Процессы при форсировки возбуждения.

Тема 10. Условия успешной синхронизации генераторов.

Динамическая устойчивость энергосистем с дефицитом мощности. Угловые характеристики мощности и пределы статической устойчивости двухмашинной ЭЭС. Способ площадей и критерий динамической устойчивости двухмашинной ЭЭС.

Тема 11. Динамическая устойчивость двухмашинной энергосистемы.

Угловые характеристики, пределы мощности и пределы статической устойчивости двухмашинной энергосистемы.

Тема 12. Статические характеристики нагрузки.

Осветительная нагрузка. Реактор и батарея статических конденсаторов. Синхронный компенсатор. Синхронный двигатель. Коэффициенты крутизны и регулирующие эффекты нагрузки. Статические характеристики комплексной нагрузки по напряжению. Статические характеристики комплексной нагрузки по частоте.

Тема 13. Статическая устойчивость асинхронного двигателя.

Критерий статической устойчивости. Предельные по статической устойчивости параметры двигателя. Статическая устойчивость асинхронного двигателя: критическое скольжение, критическое напряжение.

Тема 14. Влияние внешних условий на статическую устойчивость асинхронного двигателя.

Вторичный признак (критерий) статической устойчивости асинхронного двигателя. Влияние внешнего сопротивления и частоты в энергосистеме на статическую устойчивость асинхронного двигателя. Лавина напряжения.

Тема 15. Вторичные признаки (критерии) статической устойчивости комплексной нагрузки.

Влияние компенсирующих устройств на статическую устойчивость нагрузки. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость энергосистем. Термины и определения: синхронные качания,

асинхронный ход, ресинхронизация, результирующая устойчивость. Переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем при больших возмущениях. Возмущающие воздействия и большие возмущения в узлах нагрузки.

Тема 16. Переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем при больших возмущениях.

Возмущающие воздействия и большие возмущения в узлах нагрузки. Ресинхронизация генератора, работающего в асинхронном режиме с повышенной скоростью. Изменение параметров режима при асинхронном ходе генераторов. Электрический центр качаний.

Тема 17. Динамические характеристики нагрузки.

Осветительная нагрузка. Асинхронный двигатель. Синхронный двигатель. Динамическая устойчивость синхронного электродвигателя. Условия самозапуска асинхронного двигателя.

Тема 18. Процессы при пуске двигателей. Общая характеристика условий пуска.

Схемы пуска. Расчет времени пуска. Динамическая устойчивость простейшей ЭЭС при полном сбросе мощности. Проверка устойчивости при работе ТАПВ и ОАПВ на ЛЭП. Изменение токов и напряжений генератора при форсировке возбуждения.

Тема 19. Самоотключения электроустановок и восстановление нагрузки при кратковременных нарушениях электроснабжения.

Применение форсировки возбуждения для обеспечения динамической устойчивости ЭЭС.

Тема 20. Мероприятия по снижению больших возмущений и их влияния на нагрузку.

Основные дополнительные и режимные мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов ЭЭС. Эффективность основных мероприятий: уменьшение реактивных сопротивлений генераторов; увеличение постоянной инерции; расщепление проводов фаз ЛЭП. Эффективность дополнительных мероприятий: сооружение переключательных пунктов на ЛЭП; применение емкостной компенсации индуктивных сопротивлений ЛЭП; использование электрического торможения генераторов. Эффективность мероприятий режимного характера: автоматическое отключение части нагрузки при снижении частоты в ЭЭС.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
		Семестр 7(4)		Семестр 8(4)
1.	Общие сведения об электромеханических переходных процессах. Уравнение движения ротора генераторов. Понятие о статической устойчивости.	3		2
2.	Обобщенные параметры схемы замещения одномашиной энергосистемы. Угловые характеристики мощности одномашиной энергосистемы.	2		
3.	Метод малых колебаний для анализа статической устойчивости энергосистем. Линеаризация уравнений и ее назначение. Анализ статической устойчивости одномашиной энергосистемы.	2		
4.	Статическая устойчивость регулируемого генератора. Векторные диаграммы нерегулируемого и регулируемого генераторов. Угловые характеристики регулируемого генератора.	1		
5.	Статическая устойчивость двухмашиной энергосистемы. Исходные уравнения. Уравнение малых колебаний и критерий статической устойчивости.	1		
6.	Понятие о самораскручивании роторов генераторов. Самораскручивание при наличии большого активного сопротивления в статорной цепи. Самораскручивание при наличии зоны нечувствительности и запаздывания сигналов в системе автоматического регулирования возбуждения генератора.	2		2
7.	Понятие о динамической устойчивости ЭЭС, Динамическая устойчивость энергосистем. Правило площадей и критерий динамической устойчивости.	2		
		Семестр 8 (4)		
8.	Определение предельного угла отключения поврежденной цепи ЛЭП. Метод последовательных интервалов. Динамическая устойчивость одномашиной энергосистемы при полном сбросе мощности.	2		2
9.	Проверка устойчивости при наличии автоматического повторного включения. Процессы при отключении части генераторов.	2		
10.	Условия успешной синхронизации генераторов. Динамическая устойчивость энергосистем с дефицитом мощности.	2		
11.	Динамическая устойчивость двухмашиной	2		

	энергосистемы.			
12.	Статические характеристики нагрузки. Осветительная нагрузка. Реактор и батарея статических конденсаторов. Синхронный компенсатор. Синхронный двигатель.	2		
13.	Асинхронный двигатель. Статические характеристики комплексной нагрузки по напряжению. Статические характеристики комплексной нагрузки по частоте.	2		
14.	Статическая устойчивость асинхронного двигателя. Критерий статической устойчивости. Предельные по статической устойчивости параметры двигателя.	2		
15.	Влияние внешних условий на статическую устойчивость двигателя. Вторичный признак (критерий) статической устойчивости асинхронного двигателя.	2		
16.	Переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем при больших возмущениях. Возмущающие воздействия и большие возмущения в узлах нагрузки. Ресинхронизация генератора, работающего в асинхронном режиме с повышенной скоростью. Изменение параметров режима при асинхронном ходе генераторов. Электрический центр качаний.	2		2
17.	Динамическая устойчивость синхронного электродвигателя.	2		
18.	Условия самозапуска асинхронного электродвигателя.	2		
19.	Процессы при пуске двигателей. Общая характеристика условий пуска. Схемы пуска. Расчет времени пуска.	2		2
20.	Мероприятия по снижению больших возмущений и их влияния на нагрузку. Эффективность основных мероприятий: уменьшение реактивных сопротивлений генераторов; увеличение постоянной инерции; расщепление проводов фаз ЛЭП.	2		
Итого:		39		10

4.4. Лабораторные работы по дисциплине «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» не предполагаются учебным планом.

4.5. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очная форма	Заочная форма
		Семестр 7(4)		Семестр 8(4)
1	Применения метода точного приведения параметров схемы замещения к относительным значениям.	1		2
2	Построение векторной диаграммы синхронной машины.	4		
3	Применение практического критерия для определения коэффициента запаса статической устойчивости в сечении электропередачи.	4		2
4	Углубление физических представлений о влиянии шунтирующих реакторов и зарядной мощности линии на статическую устойчивость.	4		
		Семестр 8 (4)		Семестр 9(1)
5	Отработка навыков проведения инженерных расчетов статической устойчивости электропередач.	2		2
6	Закрепление физических представлений о влиянии дополнительных и режимных мероприятий на улучшение устойчивости и качества переходных процессов при больших возмущениях в электрических системах.	4		
7	Отработка навыков применения способа площадей для анализа синхронной динамической устойчивости.	4		2
8	Применения метода последовательных интервалов. Определение предельного времени отключения КЗ	4		
9	Исследование влияния компенсации реактивной мощности нагрузки с помощью статических конденсаторов на статическую устойчивость нагрузки.	4		
10	Углубление понимания физических явлений, которые происходят при переходном процессе, который обусловлен включением генератора в электрическую систему при заданных начальных условиях.	4		2
11	Отработка навыков решения инженерных задач, которые связаны с обеспечением условий успешного включения синхронного генератора на параллельную работу методом точной синхронизации.	4		
Итого:		39		10

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
			Семестр 7(4)		Семестр 8(4)
1.	Уравнение движения ротора генераторов в различных формах. Понятие о статической устойчивости энергосистемы. Практические критерии статической устойчивости электроэнергетической системы (ЭЭС).	подготовка к практическим занятиям, тестирование	2		14
2.	Собственные и взаимные сопротивления одномашиной ЭЭС. Угловые характеристики генератора при сложной связи с приемной ЭЭС. Влияние промежуточных поперечных подключений (активного, индуктивного, или емкостного сопротивления) на статическую устойчивость одномашиной ЭЭС.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	2		13
3.	Векторные диаграммы напряжений и токов нерегулируемого и регулируемого генераторов.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	2		13
4.	Упрощенные математические модели регулируемого генератора.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	2		14
5.	Понятие о самораскручивании роторов генераторов. Самораскручивание при неправильной настройке автоматического регулятора возбуждения. Автоматические	подготовка к практическим занятиям, тестирование	2		12

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Семестр 8 (4)		Семестр 9(1)
	регуляторы возбуждения пропорционального и сильного действия. Угловые характеристики генератора с автоматическим регулированием возбуждения.				
6.	Основы практических расчетов статической устойчивости сложных энергосистем.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	5		4
7.	Динамическая устойчивость энергосистем. Учет турбин. Учет синхронных генераторов. Учет электрической сети. Учет нагрузки.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	5		5
8.	Развитие процесса самораскручивания регулируемого генератора. Понятие о синхронной оси; абсолютное и относительное движение роторов генераторов.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	3		4
9.	Процессы при форсировки возбуждения.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	3		4
10.	Угловые характеристики мощности и пределы статической устойчивости двухмашинной ЭЭС. Способ площадей и критерий динамической устойчивости двухмашинной ЭЭС.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	3		3
11.	Статические характеристики комплексных нагрузок. Коэффициенты крутизны и регулирующие эффекты нагрузки.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	3		3

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
12.	Статическая устойчивость асинхронного двигателя: критическое скольжение, критическое напряжение.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	3		3
13.	Асинхронный двигатель. Коэффициенты крутизны и регулирующие эффекты нагрузки.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	3		4
14.	Влияние внешнего сопротивления и частоты в энергосистеме на статическую устойчивость асинхронного двигателя. Лавина напряжения.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	3		4
15.	Вторичные признаки (критерии) статической устойчивости комплексной нагрузки. Влияние компенсирующих устройств на статическую устойчивость нагрузки. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость энергосистем. Термины и определения: синхронные качания, асинхронный ход, ресинхронизация, результирующая устойчивость.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	5		4
16.	Динамические характеристики нагрузки. Осветительная нагрузка. Асинхронный двигатель. Синхронный двигатель.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	5		4
17.	Динамическая устойчивость простейшей ЭЭС при полном сбросе мощности. Проверка устойчивости при работе ТАПВ и ОАПВ на ЛЭП.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	5		3

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
	Изменение токов и напряжений генератора при форсировке возбуждения.				
18.	Применение форсировки возбуждения для обеспечения динамической устойчивости ЭЭС.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	3		4
19.	Самоотключения электроустановок и восстановление нагрузки при кратковременных нарушениях электроснабжения.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	3		4
20.	Основные дополнительные и режимные мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов ЭЭС. Эффективность дополнительных мероприятий: сооружение переключательных пунктов на ЛЭП; применение емкостной компенсации индуктивных сопротивлений ЛЭП; использование электрического торможения генераторов. Эффективность мероприятий режимного характера: автоматическое отключение части нагрузки при снижении частоты в ЭЭС.	подготовка к практическим занятиям, тестирование	4		3
Итого:			66		124

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– использование электронных образовательных ресурсов (презентационные материалы, электронные конспект лекций, методические указания к практическим занятиям, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие. В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс] / Армеев Д.В., Гусев Е.П. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. 340 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224988.html>

2. Беляков Ю.С. Электромеханические переходные процессы и устойчивость электроэнергетических систем (Краткий курс): учебное пособие / Ю.С. Беляков. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. - 103 с.

http://old.petrso.ru/Chairs/KEPIE/Belyakov_4.pdf

б) дополнительная литература

1. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] / Герасимова В.Г. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011751.html>

2. РД 153-34.0-20.527– 98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / под ред. Б. Н. Неклепаева. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 152 с.

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

4. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н. П. Крючков, Б. Н. Неклепаев, В. А. Старшинов и др. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 416 с.

5. Куликов, Ю. А. Переходные процессы в электрических системах: учеб. пособие / Ю. А. Куликов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 283 с.

6. Веников, В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1978. – 415 с.
7. Веников, В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1985. – 536 с.
8. Переходные процессы в электроэнергетических системах: метод. указания по лаб. работам № 1–2 / сост.: А. Э. Бобров, А. М. Дяков, В. Б. Зорин, Л.И. Пилушенко. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – 36 с.
9. Куликов, Ю. А. Переходные процессы в электрических системах. Текст Учеб. пособие Ю. А. Куликов. – 2-е изд., испр. и доп. - Новосибирск: НГТУ, 2006. – 282 с.
10. Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах Учеб. для электротехн. и энергет. вузов и фак. С. А. Ульянов. - М.: Энергия, 1970. – 517 с.
11. Жданов, П. С. Вопросы устойчивости электрических систем [Текст] П. С. Жданов; под ред. Л. А. Жукова. – Изд. стер. – М.: Альянс, 2019. – 455 с.

в) методические рекомендации

1. Конспект лекций по дисциплине " Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах " / Сост. А.С. Захарчук. – Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017. – 98 с.
2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине " Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах" / Сост. А.С. Захарчук. – Луганск: изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2017.– 45 с.
3. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине " Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах" / Сост. А.С. Захарчук. - Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017.– 36 с.

г) интернет-ресурсы:

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Сенько В.В. Электромеханические переходные процессы. Динамическая устойчивость: учеб. пособие / В.В. Сенько. – 2-е изд. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 44 с.

<https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/225/1/2%2009%2011%20сенько%20Электромеханические%20переходные%20процессы%20динам%20устойчивость%20уч%20пос%20с%20обл%20pdf.pdf>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» предполагает использование специализированной лаборатории (ауд. 22, ЛКЦ «Протон») и академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/
Программное обеспечение для выполнения математических расчётов	Mathcad14	https://mathcad.software.informer.com/14.0/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	Пороговый	<p>знать: терминологию, основные понятия и определения; основные виды больших и малых возмущающих воздействий; основные критерии оценки статической и динамической устойчивости энергосистем; регламентирование «Руководящими указаниями.....» требования к запасам статической устойчивости энергосистем; методологические основы расчётов пределов и запасов устойчивости энергосистем.</p>
Основной		Базовый	<p>уметь: оценивать последствия нарушения устойчивости энергосистем; формулировать задачи анализа устойчивости энергосистем; составлять математические модели для проведения расчётов устойчивости энергосистем; проводить расчёты устойчивости и формулировать выводы по полученным результатам; оформлять результаты расчёта и анализа в соответствии с требованиями ЕСКД.</p>
Заключительный		Высокий	<p>владеть: навыками анализа характеристик электромеханических переходных процессов, возникающих в элементах электроэнергетической системы, навыками анализа физических явлений, электромеханических переходных процессов, в элементах электроэнергетической системы; методами определения устойчивых и неустойчивых режимов энергосистем; методами выбора средств обеспечения устойчивости режимов энергосистем; методами цифрового моделирования и анализа электромеханических процессов, происходящих в энергосистемах; методами представления результатов расчёта в удобной для восприятия формой.</p>

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения), очно/заочно
1	ПК-3	Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<p>ПК-3.1. Знать: режимы работы объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.2. Уметь: рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.3. Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности</p>	Тема 1. Общие сведения об электромеханических переходных процессах.	7
				Тема 2. Уравнение движения генератора.	7
				Тема 3. Метод малых колебаний для анализа статической устойчивости энергосистем.	7
				Тема 4. Статическая устойчивость регулируемого генератора.	7
				Тема 5. Статическая устойчивость двухмашинной энергосистемы.	7
				Тема 6. Понятие о самораскручивании роторов генераторов.	7
				Тема 7. Основы практических расчетов сложных энергосистем.	8
				Тема 8. Понятие о динамической устойчивости электроэнергетической системы.	8
				Тема 9. Понятие о синхронной оси. Абсолютное и относительное движение роторов генераторов.	8
				Тема 10. Условие успешной синхронизации генераторов.	8
				Тема 11. Динамическая устойчивость двухмашинной	8

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения), очно/заочно
				энергосистемы.	
				Тема 12. Статические характеристики нагрузки.	8
				Тема 13. Статическая устойчивость асинхронного двигателя.	8
				Тема 14. Влияние внешних условий на статическую устойчивость двигателя.	8
				Тема 15. Вторичные признаки (критерии) статической устойчивости комплексной нагрузки.	8
				Тема 16. Переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем при больших возмущениях.	8
				Тема 17. Динамические характеристики нагрузки.	8
				Тема 18. Процессы при пуске двигателей. Общая характеристика условий пуска.	8
				Тема 19. Самоотключения электроустановок и восстановление нагрузки при кратковременных нарушениях электроснабжения.	8
				Тема 20. Мероприятия по снижению больших возмущений и их влияние на нагрузку.	8

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знать: режимы работы объектов профессиональной деятельности	знать: терминологию, основные понятия и определения; основные виды больших и малых возмущающих воздействий; основные критерии оценки статической и динамической устойчивости энергосистем; регламентирование «Руководящими указаниями...» требования к запасам статической устойчивости энергосистем; методологические основы расчётов пределов и запасов устойчивости энергосистем.	Тема 1. Общие сведения об электромеханических переходных процессах. Тема 2. Уравнение движения генератора. Тема 3. Метод малых колебаний для анализа статической устойчивости энергосистем. Тема 4. Статическая устойчивость регулируемого генератора. Тема 5. Статическая устойчивость двухмашинной энергосистемы. Тема 6. Понятие о самораскручивании роторов генераторов. Тема 7. Основы практических расчетов сложных энергосистем.	практические задания и контрольные работы (заочная форма обучения)
		ПК-3.2. Уметь: рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности	уметь: оценивать последствия нарушения устойчивости энергосистем; формулировать задачи анализа устойчивости энергосистем; составлять математические модели для проведения расчётов устойчивости энергосистем; проводить расчёты устойчивости и формулировать выводы по полученным результатам; оформлять результаты расчёта и анализа в соответствии с требованиями ЕСКД.	Тема 8. Понятие о динамической устойчивости электроэнергетической системы. Тема 9. Понятие о синхронной оси. Абсолютное и относительное движение роторов генераторов. Тема 10. Условие успешной синхронизации генераторов. Тема 11. Динамическая устойчивость двухмашинной энергосистемы. Тема 12. Статические характеристики нагрузки. Тема 13. Статическая устойчивость асинхронного двигателя. Тема 14. Влияние внешних условий на статическую устойчивость двигателя.	практические задания и контрольные работы (заочная форма обучения)
		ПК-3.3 Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности	владеть: навыками анализа характеристик электромеханических переходных процессов, возникающих в элементах электроэнергетической системы, навыками анализа физических явлений, электромеханических переходных процессов, в элементах электроэнергетической системы; методами определения устойчивых и неустойчивых режимов энергосистем; методами выбора средств обеспечения устойчивости режимов энергосистем; методами цифрового моделирования и анализа электромеханических процессов, происходящих в энергосистемах;	Тема 15. Вторичные признаки (критерии) статической устойчивости комплексной нагрузки. Тема 16. Переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем при больших возмущениях. Тема 17. Динамические характеристики нагрузки. Тема 18. Процессы при пуске двигателей. Общая характеристика условий пуска. Тема 19. Самоотключения электроустановок и восстановление нагрузки при кратковременных нарушениях электроснабжения. Тема 20. Мероприятия по снижению больших возмущений и их влияние на нагрузку.	практические задания и контрольные работы (заочная форма обучения)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет, экзамен)

Тестовые задания по дисциплине «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах»

Тестовые задания по дисциплине «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» содержат вопросы порогового, базового и высокого уровня. Вопросы порогового уровня направлены на определение наличия теоретических знаний у студента по данной дисциплине.

Вопросы базового уровня позволяют определить умения формулировать задачи анализа устойчивости энергосистем; составлять математические модели для проведения расчётов устойчивости энергосистем; оценивать последствия нарушения устойчивости энергосистем; проводить расчёты устойчивости и формулировать выводы по полученным результатам;

Вопросы высокого уровня диагностируют владение студентом навыками анализа характеристик электромеханических переходных процессов, навыками анализа физических явлений, электромеханических переходных процессов, в элементах электроэнергетической системы, методами определения устойчивых и неустойчивых режимов энергосистем, методами выбора средств обеспечения устойчивости режимов энергосистем, методами цифрового моделирования и анализа электромеханических процессов, происходящих в энергосистемах; методами представления результатов расчёта в удобной для восприятия форме.

Тесты контроля знаний студентов по дисциплине: «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» (зачет).

- 1. Вопрос:** Переходными процессами в электроэнергетики называются процессы появляющиеся в:
 1. Электрической системе при изменении условий ее работы;
 2. Электромеханической системе;
 3. Электрической системе при нормальных режимах работы;
 4. Механической системе;
 5. Магнитной системе.
- 2. Вопрос:** что относится к силовым элементам электрической системы?
 1. Вырабатывающие, преобразующие, передающие, распределяющие, потребляющие электроэнергию;
 2. Вырабатывающие, потребляющие электроэнергию;
 3. Преобразующие и передающие эл. энергию;
 4. Вырабатывающие, преобразующие эл. энергию;
 5. Передающие, распределяющие, потребляющие эл. энергию.
- 3. Вопрос:** что представляет собой система электроснабжения промышленных предприятий?
 1. Процесс производства, преобразования, передачи, распределения и потребления эл. энергии;
 2. Процесс производства и потребления эл. энергии;
 3. Процесс преобразования, передачи, потребления эл. энергии;

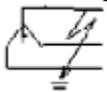
4. Процесс распределения и потребления эл. энергии;
5. Процесс потребления энергии.
4. Вопрос: виды режимов электрических систем:
 1. Установившийся и переходный;
 2. Нормальные и установившиеся;
 3. Переходные и аварийные, установившиеся;
 4. Нормальные, аварийные, послеаварийные;
 5. Установившиеся, нормальные и переходные.
5. Вопрос: на какие группы условно разбиваются переходные процессы?
 1. Волновые, электромагнитные электромеханические
 2. Электромагнитные электромеханические
 3. Волновые электромагнитные
 4. Волновые электромеханические
 5. Электромагнитные излучения
6. Вопрос: что такое электрическая система?
 1. Все элементы функционально связаны единством генерирования, передачи и потребления электроэнергии;
 2. Нормальный режим;
 3. Элементы управления;
 4. Механические и термические повреждения;
 5. Электромагнитные влияния на линии связи.
7. Вопрос: что такое электроэнергетическая система?
 1. Та часть, в которой теплота и различные виды энергии преобразуются в электрическую энергию;
 2. Механические и термические повреждения;
 3. Нормальный режим;
 4. Электромагнитные влияния на линии связи;
 5. Элементы управления.
8. Вопрос: вырабатывающие электроэнергию к каким элементам относятся?
 1. Силовые элементы;
 2. Нормальный режим;
 3. Элементы управления;
 4. Механические и термические повреждения;
 5. Электромагнитные влияния на линии связи.
9. Вопрос: ток короткого замыкания не вызывает:
 1. Повышение напряжения;
 2. Дополнительный нагрев токоведущих элементов;
 3. Большие механические усилия;
 4. Нарушение устойчивости в системе;
 5. Понижение напряжения.
10. Вопрос: преобразующие электроэнергию к каким элементам относятся?
 1. Силовые элементы;
 2. Элементы управления;
 3. Нормальный режим;
 4. Электромагнитные влияния на линии связи;
 5. Механические и термические повреждения.
11. Вопрос: укажите вид короткого замыкания на изображении?



1. Трехфазное;
2. Двухфазное;

3. Однофазное;
4. Трехфазное на землю;
5. Двойное на землю.

12. Вопрос: укажите вид короткого замыкания на изображении?



1. Трехфазное на землю;
2. Однофазное;
3. Двухфазное;
4. Двойное на землю;
5. Трехфазное.

13. Вопрос: укажите вид короткого замыкания на изображении?



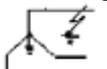
1. Двухфазное на землю;
2. Двойное на землю;
3. Двухфазное;
4. Однофазное;
5. Трехфазное на землю.

14. Вопрос: укажите вид короткого замыкания на изображении?



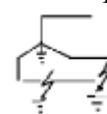
1. Двухфазное;
2. Трехфазное;
3. Однофазное;
4. Двойное на землю;
5. Трехфазное на землю.

15. Вопрос: укажите вид короткого замыкания на изображении?



1. Однофазное;
2. Двойное на землю;
3. Трехфазное;
4. Двухфазное;
5. Трехфазное на землю.

16. Вопрос: укажите вид короткого замыкания на изображении?



1. Двойное на землю;
2. Однофазное;
3. Трехфазное на землю;
4. Трехфазное;
5. Двухфазное.

17. Вопрос: распределяющие электроэнергию элементы, к каким элементам относятся?

1. Силовые элементы;
2. Элементы управления;
3. Симметричные составляющие;
4. Метод узловых потенциалов;

5. Метод узловых напряжений.

18. Вопрос: потребляющие электроэнергию, к каким элементам относятся:

1. Силовые элементы;
2. Симметричные составляющие;
3. Элементы управления;
4. Метод узловых напряжений;
5. Метод узловых потенциалов.

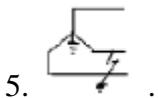
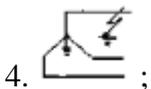
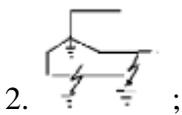
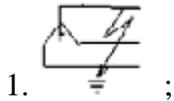
19. Вопрос: регулирующие электроэнергию к каким элементам относятся:

1. Элементы управления;
2. Силовые элементы;
3. Симметричные составляющие;
4. Метод узловых потенциалов;
5. Метод узловых напряжений.

20. Вопрос: изменяющие состояние системы, к каким элементам относятся:

1. Элементы управления;
2. Симметричные составляющие;
3. Силовые элементы;
4. Метод узловых напряжений;
5. Метод узловых потенциалов.

21. Вопрос: укажите трехфазное КЗ на землю:



22. Вопрос: как называются причины отклонения параметров режима?

1. Возмущающие воздействия;
2. Повышение тока;
3. Повышение напряжения;
4. Понижение тока;
5. Понижение напряжения.

23. Вопрос: какие процессы связаны в основном с изменениями нагрузки системы и реакцией на них регулирующих устройств?

1. Нормальные переходные;
2. Нормальные установившиеся;
3. Аварийные установившиеся и переходные;
4. Послеаварийные установившиеся;
5. Послеаварийные.

- 24. Вопрос:** какие процессы сопровождают текущую эксплуатацию системы?
1. Нормальные переходные;
 2. Послеаварийные установившиеся;
 3. Аварийные установившиеся и переходные;
 4. Нормальные установившиеся;
 5. Послеаварийные.
- 25. Вопрос:** какие процессы возникают при обычных эксплуатационных операциях
1. Нормальные переходные;
 2. Нормальные установившиеся;
 3. Послеаварийном;
 4. Аварийные установившиеся и переходные;
 5. Послеаварийные установившиеся.
- 26. Вопрос:** что возникает в месте КЗ?
1. Электрическая дуга;
 2. Увеличение напряжения;
 3. Уменьшение величины тока;
 4. Увеличение мощности;
 5. Уменьшение мощности.
- 27. Вопрос:** Какое КЗ называется металлическим?
1. Непосредственное КЗ без переходного сопротивления в месте повреждения;
 2. Когда возникает электрическая дуга;
 3. Возникает большое переходное сопротивление;
 4. Возникает большой величины напряжение;
 5. Возникает увеличение мощности.
- 28. Вопрос:** что такое надежность электроснабжения потребителей?
1. Снабжение потребителей без длительных перерывов;
 2. Снабжение потребителей энергией, отвечающей нормативам;
 3. Способность противостоять воздействию внешних сил;
 4. Снабжать энергией удовлетворительного качества;
 5. На передачу энергии тратить меньше средств.
- 29. Вопрос:** что обычно является причинами короткого замыкания?
1. Нарушение изоляции;
 2. Преднамеренное соединение;
 3. Случайное соединение;
 4. Неправильное действие защиты;
 5. Удары молнии.
- 30. Вопрос:** Какое из последствий не является последствием короткого замыкания?
1. Повышение напряжения в сети;
 2. Снижение напряжения в сети;
 3. Механические и термические повреждения;
 4. Возгорания в электроустановках;
 5. Электромагнитные влияния на линии связи.
- 31. Вопрос:** для чего делаются допущения при расчетах токов короткого замыкания?
1. В целях упрощения решения задачи;
 2. В целях повышения точности;
 3. В целях повышения чувствительности;
 4. В целях увеличения погрешности;
 5. В целях уменьшения погрешности;
- 32. Вопрос:** какой процесс можно считать чисто электромагнитным переходным процессом?
1. Длительность короткого замыкания: $t \leq 0,5с$;

2. Длительность короткого замыкания: $0,5 \leq t \leq 3c$;
 3. Длительность короткого замыкания: $t > 3c$;
 4. Длительность короткого замыкания: $t > 5c$;
 5. Длительность короткого замыкания: $t > 10c$.
- 33.** Вопрос: для выбора аппаратуры высокого напряжения необходимо знать:
1. Ударный ток трехфазного КЗ;
 2. Ударный ток двухфазного КЗ;
 3. Ударный ток однофазного КЗ;
 4. Ток трехфазного КЗ;
 5. Ток двухфазного КЗ.
- 34.** Вопрос: прохождение токов в проводниках приводит к возникновению:
1. Между ними электродинамических усилий;
 2. Трехфазного КЗ;
 3. Двухфазного КЗ;
 4. Ударного тока трехфазного КЗ;
 5. Ударного тока двухфазного КЗ.
- 35.** Вопрос: каким путем уменьшают ток КЗ?
1. Установкой реакторов, трансформаторов с расщепленными обмотками;
 2. Установкой второго трансформатора;
 3. Включением секционных выключателей;
 4. Установкой генератора, компенсатора;
 5. Параллельным подключением генераторов.
- 36.** Вопрос: требования, предъявляемые к режимам:
1. Качество, надежность, живучесть, экономичность;
 2. Устойчивость, экономичность, живучесть;
 3. Качество, надежность работоспособность;
 4. Надежность, живучесть, экономичность;
 5. Надежность, устойчивость, работоспособность;
- 37.** Вопрос: искусственное короткое замыкание создается:
1. Короткозамыкателем;
 2. Отделителем;
 3. Выключателем;
 4. Разъединителем;
 5. Разрядником.
- 38.** Вопрос: какой режим считается расчетным при выборе аппаратуры?
1. Максимальный режим;
 2. Минимальный режим;
 3. Нормальный режим;
 4. Аварийный режим;
 5. Номинальный режим.
- 39.** Вопрос: малые возмущения должны ли вызывать нарушения устойчивости системы?
1. Не должны;
 2. Должны;
 3. Возможно должны;
 4. Вероятны;
 5. Зависят от условий эксплуатации.
- 40.** Вопрос: что происходит с сопротивлением цепи при КЗ в электрической системе?
1. Уменьшается;
 2. Увеличивается;
 3. Остается неизменной;

4. Увеличивается незначительно;
 5. Резко увеличивается.
- 41. Вопрос: от чего зависит степень изменения сопротивления цепи при КЗ?**
1. От расположения точки КЗ в системе;
 2. От создания искусственного КЗ;
 3. От КЗ;
 4. От возникновения продольной несимметрии;
 5. От возникновения поперечной несимметрии.
- 42. Вопрос: что понимается под расчетом электромагнитного переходного процесса?**
1. Вычисление токов напряжений в рассматриваемой схеме;
 2. Возникновение продольной несимметрии;
 3. Возникновение поперечной несимметрии;
 4. Вычисление мощности в рассматриваемой схеме
 5. Вычисление энергии в рассматриваемой схеме
- 43. Вопрос: для чего в расчеты электромагнитных переходных процессов вводят допущения?**
1. Для упрощения;
 2. Для искусственное КЗ;
 3. Для создания искусственного КЗ;
 4. Для возникновения продольной несимметрии;
 5. Для вычисления энергии в рассматриваемой схеме.
- 44. Вопрос: основные допущения при расчете электромагнитных переходных процессов:**
1. Отсутствие насыщения магнитных систем;
 2. Зависят от условий эксплуатации;
 3. Вычисление токов напряжений в рассматриваемой схеме;
 4. Вычисление энергии в рассматриваемой схеме;
 5. Обрыв одной фазы, при пофазном ремонте оборудования.
- 45. Вопрос: допущения при расчете переходных процессов:**
1. Отсутствие намагничивающих токов у трансформаторов;
 2. Вычисление энергии в рассматриваемой схеме;
 3. Обрыв одной фазы, при пофазном ремонте оборудования;
 4. Зависят от условий эксплуатации;
 5. Вычисление токов напряжений в рассматриваемой схеме.
- 46. Вопрос: как составляется схема замещения для расчета токов короткого замыкания?**
1. По расчетной схеме;
 2. По принципиальной схеме;
 3. По структурной схеме;
 4. По функциональной схеме;
 5. По электрической схеме.
- 47. Вопрос: как составляется схема замещения для расчетов токов КЗ?**
1. По расчетной схеме сети;
 2. По элементам управления;
 3. По методу законов Кирхгофа;
 4. По силовым элементам;
 5. По методу симметричных составляющих;
- 48. Вопрос: для составления схемы замещения:**
1. Выбирается основная или базовая ступень трансформации;
 2. Выбираются элементы управления;
 3. Выбираются симметричные составляющие;
 4. Выбираются узловое напряжения;
 5. Выбираются силовые элементы;

- 49. Вопрос:** при расчете электромагнитных переходных процессов устанавливают:
1. Исходные расчетные условия;
 2. Искусственное КЗ;
 3. Вычисление энергии в рассматриваемой схеме;
 4. Вычисление токов напряжений в рассматриваемой схеме;
 5. Возникновение продольной несимметрии.
- 50. Вопрос:** какими обычно задаются базисными величинами?
1. Мощностью и напряжением;
 2. Мощностью и сопротивлением;
 3. Мощностью, током, напряжением;
 4. Током, напряжением, сопротивлением;
 5. Током и сопротивлением.
- 51. Вопрос:** расчет токов к. з. производится:
1. В абсолютных или относительных единицах;
 2. В номинальных единицах;
 3. Только относительных единицах;
 4. Только в абсолютных единицах;
 5. Только в именованных единицах.

**Тесты контроля знаний студентов по дисциплине:
«Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических
системах» (экзамен).**

- 1. Вопрос:** что понимается под электромагнитными переходными процессами?
- 1- Изменение электромагнитных явлений при одновременном изменении механических явлений;
 - 2- Нарушение устойчивости в системе;
 - 3- Большие механические усилия;
 - 4- Нормальный режим.
- 2. Вопрос:** требования, предъявляемые к переходным процессам:
- 1- Осуществляемость, устойчивость, удовлетворительное качество, экономичность мероприятий;
 - 2- Экономичность мероприятий, устойчивость;
 - 3- Осуществляемость, качество;
 - 4- Устойчивость, осуществляемость
- 3. Вопрос:** показатели хорошего качества переходного процесса:
- 1- Быстрое затухание, апериодичность или монотонность
 - 2- Колебательность, затягивание переходного процесса
 - 3- Апериодичность и затягивание переходного процесса
 - 4- Монотонность, колебательность процесса
- 4. Вопрос:** какие эксплуатационные показатели надежной системы?
- 1- Производительность, экономичность, рентабельность
 - 2- Устойчивость рентабельность
 - 3- Экономичность, устойчивость
 - 4- Рентабельность, экономичность, устойчивость
- 5. Вопрос:** передающие электроэнергию к каким элементам относятся?
- 1- Силовые элементы
 - 2- Нормальным
 - 3- Максимальным
 - 4- Минимальным
- 6. Вопрос:** узлы нагрузок – это:
- 1- Группы нагрузок, присоединенные к мощной подстанции

- 2- Мощные ТЭЦ
 - 3- Мощные ГЭС
 - 4- Газотурбинные станции большой мощности.
- 7. Вопрос:** пропускная способность элемента системы называется та
- 1- Наибольшая мощность, которую можно передать через элемент;
 - 2- Наименьшая мощность, которую можно передать через элемент;
 - 3- Номинальная мощность, которую можно передать через элемент;
 - 4- Минимальная мощность, которую можно передать через элемент.
- 8. Вопрос:** чем характеризуется режим?
- 1- Показателями, количественно определяющими условия работы системы;
 - 2- Значения полных, активных и реактивных сопротивлений, проводимостей;
 - 3- Значения сопротивлений, проводимостей;
 - 4- Значения полных сопротивлений, проводимостей.
- 9. Вопрос:** основные виды режимов электрических систем:
- 1- Нормальные установившиеся, нормальные переходные, аварийные установившиеся и переходные;
 - 2- Нормальные переходные;
 - 3- Послеаварийные установившиеся;
 - 4- Аварийные установившиеся и переходные.
- 10. Вопрос:** применительно, к каким режимам проектируется электрическая система?
- 1- Нормальные установившиеся;
 - 2- Нормальные переходные;
 - 3- Аварийные установившиеся и переходные;
 - 4- Послеаварийные установившиеся.
- 11. Вопрос:** применительно, к каким режимам определяются основные технико-экономические характеристики?
- 1- Нормальные установившиеся;
 - 2- Нормальные переходные;
 - 3- Послеаварийные установившиеся;
 - 4- Послеаварийном
- 12. Вопрос:** в каких режимах система переходит от одного рабочего состояния к другому?
- 1- Нормальные переходные;
 - 2- Нормальные установившиеся;
 - 3- Аварийные установившиеся и переходные;
 - 4- Послеаварийном.
- 13. Вопрос:** для каких режимов определяются технические характеристики, связанные с необходимостью ликвидации аварии и выяснения условий дальнейшей работы системы?
- 1- Аварийные установившиеся и переходные;
 - 2- Послеаварийные установившиеся;
 - 3- Послеаварийном;
 - 4- Нормальные переходные.
- 14. Вопрос:** какие режимы вызывают в общем случае изменение нормальной схемы?
- 1- Послеаварийные установившиеся;
 - 2- Послеаварийном;
 - 3- Нормальные установившиеся;
 - 4- Нормальные переходные.
- 15. Вопрос:** в каком режиме система может работать с несколько ухудшенными технико-экономическими характеристиками по сравнению с нормальным режимом?
- 1- Послеаварийном;
 - 2- Послеаварийные установившиеся;
 - 3- Аварийные установившиеся и переходные;
 - 4- Нормальные установившиеся.

- 16. Вопрос:** условие осуществимости режима:
- 1- Балансом активной мощности и балансом реактивной мощности;
 - 2- Балансом реактивной мощности;
 - 3- Балансом активной мощности;
 - 4- Постоянство мощности.
- 17. Вопрос:** главное условие существования режима электрической системы является:
- 1- Устойчивость режима;
 - 2- Экономичность режима;
 - 3- Постоянство напряжения;
 - 4- Постоянство мощности.
- 18. Вопрос:** что относится к параметрам режима?
- 1- Значения мощности, напряжения, тока, углов сдвига;
 - 2- Показатели, количественно определяющиеся физическими свойствами элементов системы, схемой их соединений;
 - 3- Значения полных сопротивлений;
 - 4- Значения активных и реактивных сопротивлений.
- 19. Вопрос:** в формуле $I = U/R$, что является параметром режима?
- 1- $I U$;
 - 2- $I R$;
 - 3- $R X Z$;
 - 4- $X Z$.
- 20. Вопрос:** в формуле $I = E_1 Y_{11} + \dots + E_2 Y_{22}$, что является параметром режима?
- 1- $E_1 \dots E_2$;
 - 2- $X I$;
 - 3- $R I$;
 - 4- $Z I$.
- 21. Вопрос:** в формуле $P = U^2/R$, что является параметром режима?
- 1- $P U$;
 - 2- $Z I$;
 - 3- $X I$;
 - 4- $R I$.
- 22. Вопрос:** в формуле $P = \frac{U_1 U_2 \sin \delta}{X}$, что является параметром режима?
- 1- $P U \delta$;
 - 2- Z ;
 - 3- X ;
 - 4- R .
- 23. Вопрос:** что относится к параметрам системы?
- 1- Показатели, количественно определяющиеся физическими свойствами элементов системы, схемой их соединений;
 - 2- Показателями, количественно определяющими условия работы системы;
 - 3- Значения углов сдвига;
 - 4- Значения мощности, напряжения, тока, углов сдвига.
- 24. Вопрос:** что такое параметры системы?
- 1- Значения полных, активных и реактивных сопротивлений, проводимостей;
 - 2- Показателями, количественно определяющими условия работы системы;
 - 3- Значения мощности, напряжения, тока, углов сдвига;
 - 4- Значения углов сдвига.
- 25. Вопрос:** в формуле $I = U/R$, что является параметром системы?
- 1- R ;

- 2- IU;
- 3-UR;
- 4- IUR.

26. Вопрос: в формуле $P = \frac{U_1 U_2 \sin \delta}{X}$, что является параметром системы?

- 1- X;
- 2- P;
- 3- U;
- 4- E.

27. Вопрос: в формуле $P = U^2 / R$, что является параметром системы?

- 1- R;
- 2- P;
- 3- U;
- 4- E.

28. Вопрос: в формуле, $I = E_1 Y_{11} + \dots + E_2 Y_{22}$, что является параметром системы?

- 1- $Y_{11} + \dots + Y_{22}$;
- 2- P;
- 3- U;
- 4- E.

29. Вопрос: когда переходный процесс устойчив?

- 1- Производная от избыточной энергии по определяющему параметру отрицательна;
- 2- Производная от избыточной энергии по определяющему параметру положительна;
- 3- Производная от избыточной энергии по определяющему параметру равна нулю;
- 4- Избыточная энергия отрицательна.

30. Вопрос: статическая устойчивость – как свойство режима самовосстановления при:

- 1- Ничтожно малых отклонениях параметров от исходных;
- 2- Больших отклонениях параметров от исходных;
- 3- Средних отклонениях параметров от исходных;
- 4- Максимальных отклонениях параметров.

31. Вопрос: под статическими характеристиками понимают графически или аналитически представленные связи, каких- либо параметров:

- 1- Не зависящие от времени;
- 2- Зависящие от времени;
- 3- Зависящие от частоты вращения;
- 4- Не зависящие от мощности.

32. Вопрос: под статическими характеристиками понимаются взаимосвязи параметров:

- 1- Зависящие от времени;
- 2- Не зависящие от времени;
- 3- Не зависящие от мощности;
- 4- Не зависящие от тока.

33. Вопрос: Условие устойчивости по прямому критерию:

- 1- $C = dP/d\delta > 0$;
- 2- $C = dP/d\delta = 0$;
- 3- $C = dP/d\delta < 0$;
- 4- $dP/d\delta = C$.

34. Вопрос: косвенные (вторичные) критерии статической устойчивости:

- 1- $\delta = \phi(E)$;
- 2- $\delta = \phi(U)$ при $P_C = P_0 = const$;
- 3- $\delta = \phi(U)$ при $P_C = var$;

4- $\delta = \phi(E)$ при $P_c = var$;

5- $\frac{dP}{d\delta}$.

35. Вопрос: устойчивость системы по косвенному критерию статической устойчивости:

1- $\frac{dE}{d\delta} < 0$;

2- $\frac{dE}{d\delta} = 0$;

3- $\frac{dE}{d\delta} > 0$;

4- $\frac{dP}{d\delta} = C$.

36. Вопрос: условие критического режима по косвенному критерию статической устойчивости:

1- $\frac{dE}{d\delta} = 0$;

2- $\frac{dE}{d\delta} > 0$;

3- $\frac{dE}{d\delta} < 0$;

4- $\frac{dP}{d\delta} = 0$.

37. Вопрос: динамическая устойчивость – как свойство режима самовосстанавливаться после:

1- Больших отклонениях параметров от исходного;

2- Средних отклонениях параметров от исходных;

3- Неизменных параметров от исходных;

4- Ничтожно малых отклонениях параметров от исходных.

38. Вопрос: сползанием (текучестью) называется:

1- Режим прогрессирующего самопроизвольного изменения параметров;

2- Режим изменения параметров;

3- Режим повышения параметров;

4- Режим максимального изменения параметров.

39. Вопрос: прямой критерий критического (по текучести или сползанию) режима простейшей системы:

1- $C = dP/d\delta > 0$;

2- $C = dP/d\delta = 0$;

3- $C = dP/d\delta < 0$;

4- $dP/d\delta = C$.

40. Вопрос: как формулируется правило площадей?

1- $A_{уск} = A_{тору}$ или $\int \Delta P d\delta = 0$;

2- $A_{уск} > A_{тору}$;

3- $A_{уск} < A_{тору}$;

4- $\int \Delta P d\delta < 0$.

41. Вопрос: количественный показатель запаса динамической устойчивости:

1- $\Delta A = A_{возм} - A_{уск}$;

2- $1 + \frac{\Delta A}{A_{уск}}$;

3- $A_{уск} < A_{торм}$;

4- $A_{уск} > A_{торм}$.

42. Вопрос: коэффициент запаса динамической устойчивости:

1- $1 + \frac{\Delta A}{A_{уск}}$;

2 - $\frac{A_{торм}}{A_{уск}}$;

3- $A_{уск} < A_{торм}$;

4- $A_{уск} > A_{торм}$.

43. Вопрос: потокосцеплением или магнитным сцеплением называется:

1- Произведение магнитного потока на число витков обмотки;

2- Поток, замыкающийся через ротор и статор;

3- Поток, замыкающийся через обмотку ротора;

4- Поток, сцепленный с обмоткой статора.

44. Вопрос: потоком рассеяния ротора называется поток, который замыкается:

1- В воздушном пространстве и стали полюсов;

2- В стали ротора и статора;

3- Через воздушный зазор в стали статора;

4- Через зубцы якоря.

45. Вопрос: воздействия поля якоря на основное поле обмотки возбуждения называют:

1- Реакцией якоря;

2- Потокосцеплением;

3- Взаимоиндукцией;

4- Самоиндукцией.

46. Вопрос: передающие электроэнергию к каким элементам относятся:

1- Силовые элементы;

2- Нормальным;

3- Максимальным;

4- Минимальным.

47. Вопрос: узлы нагрузок — это:

1- Группы нагрузок, присоединенные к мощной подстанции;

2- Мощные ТЭЦ;

3- Мощные ГЭС;

4- Газотурбинные станции большой мощности.

48. Вопрос: изменение активной мощности, вырабатываемой генераторами, влияет главным образом:

1- На изменение частоты системы;

2 -На изменения напряжения;

3- На изменение тока;

4- На повышения напряжения.

49. Вопрос: изменение реактивной мощности, вырабатываемой генераторами, влияет главным образом:

1- На изменение напряжения в системе;

2- На изменение частоты системы;

- 3- На изменение тока;
- 4- На изменение мощности.
- 50. Вопрос:** качество – снабжение потребителей энергией, отвечающей по показателям установленным нормативам, а именно:
- 1- Частота, симметрия, синусоидальная форма кривой напряжения, величина напряжения;
 - 2- Номинальный ток, напряжение, мощность;
 - 3- Мощность, номинальный ток, синусоидальная форма кривой;
 - 4- Частота, величины тока, напряжение.
- 51. Вопрос:** отклонение напряжения на зажимах двигателей и аппаратов допускается при нормальных условиях эксплуатации:
- 1- От-5 до+10%;
 - 2- От+10% до-10%;
 - 3- От-5 до+5%;
 - 4- От-7, 5 до+7, 5%.
- 52. Вопрос:** какое допускается отклонение частоты при нормальной работе?
- 1- $\pm 0,1$ Гц;
 - 2- ± 1 Гц;
 - 3- ± 2 Гц;
 - 4- $\pm 0,5$ Гц.
- 53. Вопрос:** вырабатывающие, преобразующие, передающие, распределяющие, потребляющие электроэнергию:
- 1- Вырабатывающие, потребляющие электроэнергию;
 - 2- Преобразующие и передающие эл. энергию;
 - 3- Вырабатывающие, преобразующие эл. энергию;
 - 4- Передающие, распределяющие, потребляющие эл. энергию.
- 54. Вопрос:** что относится к элементам управления электрической системы?
- 1- Регулирующие и изменяющие состояние системы;
 - 2- Потребляющие и вырабатывающие электроэнергию;
 - 3- Вырабатывающие и изменяющие состояние системы;
 - 4- Преобразующие и регулирующие состояние системы.
- 55. Вопрос:** преобразующие электроэнергию к каким элементам относятся
- 1- Силовые элементы;
 - 2- Элементы управления;
 - 3- Нормальный режим;
 - 4- Электромагнитные влияния на линии связи.
- 56. Вопрос:** вырабатывающие электроэнергию к каким элементам относятся?
- 1- Силовые элементы;
 - 2- Нормальный режим;
 - 3- Элементы управления;
 - 4- Механические и термические повреждения.
- 57. Вопрос:** распределяющие электроэнергию элементы, к каким элементам относятся?
- 1- Силовые элементы;
 - 2- Элементы управления;
 - 3- Симметричные составляющие;
 - 4- Метод узловых потенциалов.
- 58. Вопрос:** потребляющие электроэнергию к каким элементам относятся?
- 1- Силовые элементы;
 - 2- Симметричные составляющие;
 - 3- Элементы управления;
 - 4- Метод узловых напряжений.
- 59. Вопрос:** регулирующие электроэнергию к каким элементам относятся?
- 1- Элементы управления;

2- Силовые элементы;

3- Симметричные составляющие;

4- Метод узловых потенциалов.

60. Вопрос: изменяющие состояние системы к каким элементам относятся?

1- Элементы управления;

2- Симметричные составляющие;

3- Силовые элементы;

4- Метод узловых напряжений.

61. Вопрос: ударный ток двухфазного К. З.:

1- $\sqrt{2}k_{y\delta}^{(2)} \frac{\sqrt{3}}{2} I_{n.0}^{(3)}$;

2- $\sqrt{2}k_{y\delta}^{(2)} \sqrt{3} I_{n.0}^{(2)}$;

3- $I + e^{\frac{-0.01}{T_c}}$;

4- $X_x / \omega r_x$.

62. Вопрос: как определяется - постоянная времени затухания?

1- $X / \omega r$;

2- X / r ;

3- $\sqrt{2}$;

4- $\sqrt{3}$.

63. Вопрос: наибольшее значение ударного тока $i_{y\delta}$:

1- $2I_{к.з}$;

2- $I_{к.з}$;

3- $3I_{к.з}$;

4- $\sqrt{2}I_{к.з}$.

64. Вопрос: как определить ударный коэффициент $k_{y\delta}$:

1- $1 + e^{\frac{-t}{T_c}}$;

2- $e^{\frac{-t}{T_c}}$;

3- $\sqrt{2}$;

4- $\sqrt{3}$.

65. Вопрос: ударный ток трехфазного к. з. определяется:

1- $\sqrt{2}I_{к.з}^{(3)}k_{y\delta}$;

2- $I_{к.з}^{(3)}k_{y\delta}$;

3- $k_{y\delta}$;

4- $I_{к.з}^{(2)}k_{y\delta}$.

66. Вопрос: чему равен ударный коэффициент $k_{y\delta}$?

1- $\left(I + e^{\frac{-0.01}{T_c}} \right)$;

2- $X_{к} / \omega r_{к}$;

$$3- e^{\frac{-0.01}{T_c}};$$

$$4- \left(I - e^{\frac{-t}{T_c}} \right).$$

67. Вопрос: ударный коэффициент $k_{уд}$ численно равен:

- 1-2;
- 2-3;
- 3-4;
- 4-5.

68. Вопрос: как определяется коэффициент затухания T_c ?

$$1- \frac{X_k}{\omega r_k};$$

$$2- \frac{1}{3} X_k;$$

$$3- \sqrt{2} I_{к.з}^{(3)};$$

$$4- \sqrt{3} I_{к.з}^{(3)}.$$

69. Вопрос: начальное действующее значение периодической слагающей тока $I_{н.с.}^{(3)}$ от генератора определяется:

$$1- \frac{E}{\sqrt{3} Z_c};$$

$$2- \frac{U}{Z_c};$$

$$3- 2 I_{ном};$$

$$4- \sqrt{3} I_{ном}.$$

70. Вопрос: начальное действующее значение периодической слагающей тока $I_{н.с.}^{(3)}$ в случае питания КЗ от энергосистемы:

$$1- \frac{U}{\sqrt{3} Z_c};$$

$$2- \frac{E}{\sqrt{3} Z_c};$$

$$3- \frac{U}{Z_c};$$

$$4- \sqrt{3} I_{ном}.$$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству (зачет) «Тестовые задания контроля студентов по дисциплине «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
хорошо (4)	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
удовлетворительно (3)	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
неудовлетворительно (2)	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

Теоретические вопросы к зачету

1. Какие задачи решаются при изучении электромеханических переходных процессов?
2. Каковы отличия изучения электромеханических переходных процессов от электромагнитных переходных процессов, изучаемых в ЭЭС?
3. Что такое «малые и большие возмущения»?
4. Что такое результирующая устойчивость системы?
5. Какие задачи решаются при изучении статической устойчивости?
6. Что вызывает нарушения статической устойчивости?
7. Критерий статической устойчивости?
8. Требования к запасу устойчивости?
9. Какие задачи решаются при изучении динамической устойчивости?
10. Что вызывает нарушения динамической устойчивости?
11. Критерий динамической устойчивости?
12. Требования к запасу устойчивости?
13. Что такое предельный угол отключения?
14. Что такое предельное время отключения?
15. Влияния АРВ на протекание ПП?
16. Что такое результирующая устойчивость?
17. Как влияют нагрузки на устойчивость СЭС?
18. Что такое лавина напряжения?
19. Что такое лавина частоты?
20. Приведите схему замещения асинхронного двигателя.
21. Поясните термин «скольжение».
22. Приведите типовую характеристику мощности (момента) асинхронного двигателя от скольжения.
23. Запишите условия устойчивой работы асинхронного двигателя.
24. Как зависит момент асинхронного двигателя от напряжения?
25. Поясните термин «критическое напряжение» асинхронного двигателя.

26. Поясните термин «опрокидывание» двигателя.
27. Какими факторами определяется напряжение в узле нагрузки?
28. Какими факторами определяется частота в энергосистеме?
29. Как влияет изменение частоты на работу асинхронных двигателей?
30. Каковы основные причины возникновения резких изменений режимов в узлах СЭС?
31. В чем особенность методики исследования переходного процесса в узле нагрузки при резких изменениях режима его работы?
32. Как влияет резкое снижение напряжения в точке питания на устойчивость синхронного двигателя?
33. Как протекает переходный процесс в синхронном двигателе при резком увеличении нагрузки на его валу?
34. Как определяется допустимое время наброса нагрузки на синхронный двигатель?
35. В чем заключается расчет устойчивости асинхронного двигателя при набросах нагрузки?
36. Каковы особенности расчета пускового режима синхронного и асинхронного двигателей?
37. Что такое самозапуск электродвигателей и с какой целью он предусматривается.
38. Какие параметры необходимо определять для проверки самозапуска электродвигателей?
39. В чем заключается расчет самозапуска синхронных и асинхронных двигателей?
40. Какие причины самовозбуждения асинхронных двигателей при компенсации реактивной мощности?
41. Каковы последствия самовозбуждения электродвигателей?
42. Мероприятия по повышению устойчивости.
43. Понятие надежности.
44. Что такое живучесть СЭС?

Теоретические вопросы к экзамену

1. Изобразите векторную диаграмму электропередачи с неявнополюсным генератором.
2. Изобразите векторную диаграмму электропередачи с явнополюсным генератором.
3. Запишите аналитическое выражение угловой характеристики простейшей электропередачи.
4. Обоснуйте вид характеристики турбины, обычно принимаемый при анализе устойчивости простейшей системы.
5. Чему равен предел передаваемой мощности по условию сохранения параллельной работы генератора и ШБМ в простейшей энергосистеме?
6. Почему из двух точек пересечения угловой характеристики электропередачи и характеристики турбины только одна является точкой устойчивого равновесия?
7. Какие факторы влияют на предел передаваемой мощности электропередачи?
8. Как влияет ток возбуждения СГ на предел передаваемой мощности электропередачи?
9. Что такое синхронизирующая мощность электропередачи? Ее физический смысл.
10. Что понимается под статической устойчивостью энергосистемы?
11. Как определяется коэффициент запаса статической устойчивости электропередачи по активной мощности?
12. Как нормируется коэффициент запаса статической устойчивости?
13. Как влияют нерегулярные колебания мощности на величину коэффициента запаса статической устойчивости?
14. Как формулируется критерий статической устойчивости простейшей электрической системы?
15. Как в расчетах статической устойчивости замещается синхронная машина без АРВ?
16. Как в расчетах статической устойчивости замещается синхронная машина с АРВ пропорционального действия?

17. Как в расчетах статической устойчивости замещается синхронная машина с АРВ сильного действия?
18. Какие зависимости устанавливают статические характеристики нагрузки?
19. Физический смысл регулирующего эффекта нагрузки.
20. Чему равен регулирующий эффект нагрузки, представленной активным сопротивлением, и каково его численное значение в номинальном режиме?
21. Чему равен регулирующий эффект нагрузки, представленной индуктивным сопротивлением, и каково его численное значение в номинальном режиме?
22. Чему равен регулирующий эффект нагрузки, представленной емкостным сопротивлением и каково его численное значение в номинальном режиме?
23. Обоснуйте простейшую схему замещения асинхронного двигателя.
24. Изобразите и поясните характеристику асинхронного двигателя $P(S)$.
25. Как формулируется критерий статической устойчивости асинхронного двигателя?
26. Что понимается под устойчивостью нагрузки?
27. Физический смысл критического напряжения для асинхронного двигателя.
28. В чем причина явления опрокидывания АД?
29. Как влияет величина индуктивного сопротивления между источником питания и АД на устойчивость работы последнего?
30. Почему пусковой ток АД с короткозамкнутым ротором намного больше тока нормального установившегося режима?
31. В каком случае пусковой ток АД больше: при пуске АД на холостом ходу или под нагрузкой?
32. В каком случае время пуска больше: при пуске АД на холостом ходу или под нагрузкой?
33. В каких случаях и каким образом применяется критерий устойчивости узла нагрузки dE/dU ?
34. Что такое «лавина напряжения» в узле нагрузки и по какой причине она возникает?
35. Что такое самозапуск двигательной нагрузки?
36. Запишите уравнение движения ротора генератора без учета демпфирования.
37. Запишите уравнение движения ротора генератора с учетом демпфирования.
38. Дайте определение T_j .
39. К какому виду дифференциальных уравнений относится уравнение движения ротора генератора?
40. Имеет ли уравнение движения ротора генератора аналитическое решение? Если «да», то в каких случаях? Если «нет», то почему?
41. К чему приводит нарушение баланса активной мощности на валу синхронного генератора?
42. Чем вызвана необходимость автоматического регулирования частоты?
43. Что означает термин «консервативная» система?
44. Что означает термин «диссипативная» система?
45. В чем состоит основное различие электромагнитных и электромеханических переходных процессов?
46. Как влияет автоматическое регулирование возбуждения генераторов на устойчивость их параллельной работы?
47. Что такое «лавина частоты» и по какой причине она возникает?
48. Как влияют величина и знак регулирующего эффекта нагрузки на характер переходного электромеханического процесса в энергосистеме?
49. Что понимается под динамической устойчивостью энергосистемы?
50. Что понимается под синхронной устойчивостью энергосистемы?
51. Что понимается под результирующей устойчивостью энергосистемы?
52. В каких случаях и почему при расчете динамической устойчивости энергосистемы механический вращающий момент турбины допустимо принимать постоянным?
53. Что такое «критическое значение» угла электропередачи $\delta_{кр}$?

54. В каких случаях СГ во время трехфазного КЗ на его выводах будет ускоряться, а в каких – тормозиться?
55. Сформулируйте правило площадей.
56. Как в расчетах динамической устойчивости замещается синхронная машина без АРВ?
57. Как в расчетах динамической устойчивости замещается синхронная машина с АРВ пропорционального действия?
58. Как в расчетах динамической устойчивости замещается синхронная машина с АРВ сильного действия?
59. Почему сокращение длительности короткого замыкания способствует повышению динамической устойчивости энергосистемы?
60. В каком случае отключение части генераторов способствует повышению динамической устойчивости энергосистемы?
61. По какой причине колебания роторов генераторов в энергосистеме после возмущения затухают?
62. Как влияет величина коэффициента демпфирования на характер движения ротора генератора после возмущения, не приводящего к нарушению устойчивости?
63. Возможно ли в энергосистеме отрицательное значение коэффициента демпфирования?
64. Как влияют демпферные обмотки синхронных генераторов на характер протекания электромеханических переходных процессов в энергосистеме?
65. Как влияет величина T_j на характер движения ротора генератора в электромеханическом переходном процессе?
66. Как влияет быстрое действие выключателей на динамическую устойчивость энергосистемы при КЗ?
67. Как влияет длительность бестоковой паузы АПВ на динамическую устойчивость?
68. Как влияет форсировка возбуждения на динамическую устойчивость энергосистемы?
69. Как влияют демпферные обмотки генератора на динамическую устойчивость?
70. Почему в первый момент возмущения при резком изменении электромагнитной мощности угол δ остается равным своему доаварийному значению?
71. Что такое «предельное время» отключения КЗ?
72. Что означают термины: «устойчивость в большом» и «устойчивость в малом»?
73. Назовите характерные признаки асинхронного хода в энергосистеме.
74. Как изменяется во времени переток активной мощности электропередачи при асинхронном ходе?
75. Что такое «центр качаний» энергосистемы?
76. Как изменяется напряжение в «центре качаний» энергосистемы при асинхронном ходе?
77. Какие существуют способы ликвидации асинхронного хода?
78. В чем состоит опасность асинхронного хода в энергосистеме?
79. Чем опасен асинхронный режим для генератора?
80. Чем опасен асинхронный режим для нагрузки?
81. В чем состоит принцип действия «электрического торможения» генератора?
82. Что такое «импульсная разгрузка турбины»?
83. В чем состоит идея фазового управления для повышения динамической устойчивости электропередачи?
84. Для чего и когда применяется ОГ?
85. Поясните принцип действия САОН.
86. Является ли АЧР средством повышения динамической устойчивости?
87. Какие задачи решает автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ)?
88. На какие группы подразделяются устройства АЛАР?
89. Что такое «горячий резерв» активной мощности на электростанции?
90. В чем состоит основной недостаток численного метода анализа динамической устойчивости?
91. Что такое «фазовая плоскость»? Для чего она используется?
92. Для чего используются асинхронизированные синхронные генераторы и компенсаторы?

93. Каковы особенности протекания электромеханического переходного процесса при больших возмущениях при наличии в энергосистеме синхронных компенсаторов?
94. Понятие об электромеханических процессах в СЭС.
95. Определение критических параметров для АД.
96. Основные понятия устойчивости.
97. Составить схему замещения основных элементов СЭС.
98. Статическая устойчивость.
99. Определение устойчивости в узле нагрузки по второму признаку (алгоритм).
100. Динамическая устойчивость.
101. Определение устойчивости в узле нагрузки по первичному признаку (алгоритм).
102. Результирующая устойчивость.
103. Определение статической устойчивости системы (алгоритм).
104. Практические критерии и методы расчёта устойчивости систем электроснабжения.
105. Определение динамической устойчивости системы (алгоритм).
106. Допущения принимаемые при расчете устойчивости.
107. Определение предельного угла отключения (алгоритм).
108. Практические критерии и методы расчёта устойчивости систем электроснабжения.
109. Определение предельного времени отключения (алгоритм).
110. Уравнение движения ротора синхронного генератора.
111. Определение действительного предела мощности графоаналитическим методом.
112. Синхронная машина с демпферной обмоткой.
113. Определение действительного предела мощности при замещении нагрузки постоянным сопротивлением (алгоритм).
114. Синхронная машина с АРВ.
115. Определение постоянной инерции экспериментальным методом.
116. Задачи расчета устойчивости электроэнергетических систем.
117. Определение запаса статической устойчивости системы при отсутствии АРВ (алгоритм).
118. Общая характеристика узлов нагрузки.
119. Определение запаса статической устойчивости системы при наличии АРВ пропорционального типа (алгоритм).
120. Задачи расчета устойчивости электрических систем.
121. Определение запаса статической устойчивости системы при наличии АРВ сильного действия (алгоритм).
122. Преобразование схемы. Собственные и взаимные сопротивления.
123. Определение запаса динамической устойчивости (алгоритм).
124. Возмущения в системе.
125. Определение предельного времени отключения методом кривых предельного времени.
126. Нормативные документы по расчетам устойчивости энергосистемы.
127. Определение коэффициента запаса устойчивости системы по активной мощности (алгоритм).
128. Утяжеление переходного режима энергосистемы.
129. Определение коэффициента запаса устойчивости системы по напряжению (алгоритм).
140. Пуск двигателей.
141. Определение запаса динамической устойчивости методом площадей (алгоритм).
142. Самозапуск двигателей.
143. Представить в графическом виде условие статической устойчивости.
144. Влияние форсировки возбуждения на протекание переходных процессов.
145. Определение статической устойчивости узла нагрузки (алгоритм).
146. Влияние демпферной обмотки на протекание переходных процессов в синхронной машине.
147. Определение динамической устойчивости узла нагрузки (алгоритм).
148. Лавина частоты.

149. Определение базисных напряжений (алгоритм).
150. Лавина напряжения.
151. Оценить качество переходного процесса (алгоритм).
152. Асинхронный режим.
153. Оценить влияние индуктивной нагрузки на протекание переходных процессов
154. Мероприятия по обеспечению устойчивости.
155. Оценить влияние активной нагрузки на протекание переходных процессов.

Практические задачи:

1. Рассчитать параметры турбогенератора: $P = 80$ МВт, $n=6$, $x_d'' = 0,21$, $\cos\varphi=0,85$, $U=13,8$ кВ.
2. Рассчитать параметры гидрогенератора: $P = 80$ МВт, $n=3$, $x_d'' = 0,14$, $\cos\varphi=0,8$, $U=13,8$ кВ
3. Рассчитать параметры турбогенератора: $P = 100$ МВт, $n=4$, $x_d'' = 0,192$, $\cos\varphi=0,82$, $U=10$ кВ.
4. Рассчитать параметры гидрогенератора: $P = 100$ МВт, $n=4$, $x_d'' = 0,14$, $\cos\varphi=0,81$, $U=10$ кВ.
5. Рассчитать параметры турбогенератора: $P = 40$ МВт, $n=2$, $x_d'' = 0,2$, $\cos\varphi=0,825$, $U=6,3$ кВ.
6. Рассчитать параметры гидрогенератора: $P = 40$ МВт, $n=4$, $x_d'' = 0,14$, $\cos\varphi=0,82$, $U=6,3$ кВ.
7. Паспортные данные турбогенератора ТВФ-60-2: $P_{\text{ном}} = 60$ МВт; $\cos\varphi = 0,8$; $U_{\text{ном}} = 10,5$ кВ;
 $X_d'' = 19,5\%$; $X_d' = 28\%$; $X_d = 162\%$; $X_2 = 23,8\%$; $X_0 = 9,2\%$; $T_{d0} = 4,9$ с.

Определить параметры генератора в именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 120$ кВ, и в относительных единицах при $S_б = 100$ МВ · А и $U_б = 115$ кВ для расчета периодической составляющей тока КЗ в начальный момент времени. Перед КЗ генератор работал в номинальном режиме. Коэффициент трансформации принять равным $K_T = 120/10,5$;

8. Паспортные данные турбогенератора ТВФ-60-2: $P_{\text{ном}} = 100$ МВт; $\cos\varphi = 0,95$; $U_{\text{ном}} = 10,5$ кВ; $X_d'' = 19,5\%$; $X_d' = 28\%$; $X_d = 162\%$; $X_2 = 23,8\%$; $X_0 = 9,2\%$; $T_{d0} = 4,9$ с.

Определить параметры генератора в именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 120$ кВ, и в относительных единицах при $S_б = 100$ МВ · А и $U_б = 115$ кВ для расчета периодической составляющей тока КЗ в начальный момент времени. Перед КЗ генератор работал в номинальном режиме. Коэффициент трансформации принять равным $K_T = 120/10,5$.

9. Паспортные данные турбогенератора ТВФ-60-2: $P_{\text{ном}} = 25$ МВт; $\cos\varphi = 0,9$; $U_{\text{ном}} = 10,5$ кВ; $X_d'' = 19,5\%$; $X_d' = 28\%$; $X_d = 162\%$; $X_2 = 23,8\%$; $X_0 = 9,2\%$; $T_{d0} = 4,9$ с.

Определить параметры генератора в именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 120$ кВ, и в относительных единицах при $S_б = 100$ МВ · А и $U_б = 115$ кВ для расчета периодической составляющей тока КЗ в начальный момент времени. Перед КЗ генератор работал в номинальном режиме. Коэффициент трансформации принять равным $K_T = 120/10,5$.

10. Паспортные данные турбогенератора ТВФ-60-2: $P_{\text{ном}} = 60$ МВт; $\cos\varphi = 0,8$; $U_{\text{ном}} = 10,5$ кВ; $X_d'' = 19,5\%$; $X_d' = 28\%$; $X_d = 162\%$; $X_2 = 23,8\%$; $X_0 = 9,2\%$; $T_{d0} = 4,9$ с.

Определить параметры генератора в именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 120$ кВ, и в относительных единицах при $S_б = 100$ МВ · А и $U_б = 115$ кВ для расчета периодической составляющей тока КЗ в начальный момент времени. Перед КЗ генератор работал в номинальном режиме. Коэффициент трансформации принять равным $K_T = 120/10,5$.

11. Рассчитать параметры двухобмоточного трансформатора: $S=40$ МВА, $n=2$, $U = 6,3$ кВ, $U_{кз}= 11\%$, $P_k=340$ кВт.
12. Рассчитать параметры трехобмоточного трансформатора: $S=80$ МВА, $n=3$, $U = 6,3$ кВ, $U_{кз}= 12\%$, $P_k=320$ кВт
13. Рассчитать параметры двухобмоточного трансформатора: $S=25$ МВА, $n=2$, $U = 10$ кВ, $U_{кз}= 11\%$, $P_k=340$ кВт

14. Рассчитать параметры трехобмоточного трансформатора: $S=80$ МВА, $n=3$, $U = 10$ кВ, $U_{кз}= 12\%$, $P_k=280$ кВт
15. Рассчитать параметры трансформатора с расщепленной обмоткой: $S=80$ МВА, $n=3$, $U=10$ кВ, $U_{кз}= 12\%$, $P_k=280$ кВт
16. Рассчитать параметры воздушной линии передач. Исходные данные: $L=10$ км, АС-95, $n=2$.
17. Рассчитать параметры системы. $U_c = 115$ кВ, $x_c= 6$ Ом.
18. Рассчитать параметры кабельной линии передач. Исходные данные: $L=10$ км, АСБ-95, $n=3$
19. Рассчитать параметры воздушной линии передач: $L=10$ км, АС-70, $n=2$
20. Рассчитать параметры кабельной линии передач: $L=10$ км, АСБ-70, $n=2$
21. Рассчитать параметры реактора: $I_{нр}= 10$ кА, $U_{нр} =10$ кВ
22. Выбрать напряжение воздушной ЛЭП: $P_0= 350$ МВт, $L=300$ км
23. Расчет и выбор сечения воздушной ЛЭП: $T_m= 5200$ ч, $P_0=300$ кВт, $\cos\varphi = 0,85$, $U =330$ кВ
24. Расчет и выбор сечения воздушной ЛЭП: $T_m= 3800$ ч, $P_0=200$ кВт, $\cos\varphi = 0,85$, $U =220$ кВ
25. Расчет и выбор сечения воздушной ЛЭП: $T_m= 2800$ ч, $P_0=200$ кВт, $\cos\varphi = 0,82$, $U =220$ кВ
26. Расчет и выбор параметров генераторов: $P_0=200$ кВт, $\cos\varphi = 0,82$
27. Расчет запаса статической устойчивости: $P_0= 0,6$ о.е., $P_{пр} = 0,72$ о.е.
28. Расчет запаса статической устойчивости: $P_0= 0,75$ о.е., $P_{пр} = 0,84$ о.е.
29. Расчет запаса статической устойчивости по напряжению: $U= 0,9$ о.е., $U_{кр} = 0,7$ о.е.
30. Рассчитать предельное время отключения: $T_j= 7,5$ с, $\delta_{пред} = 700$, $\delta_0= 300$, $P_0= 0,65$ о.е.
31. Мощность генератора $P_n = 25$ МВт; $\cos\varphi = 0,8$; $U_n = 10,5$ кВ, $x^* = 0,2$ (отнесено к номинальным условиям). Найти сопротивление генератора в Омах.
32. Реактивное сопротивление воздушной линии равно $0,4$ Ом/км, длина линии $l=160$ км, напряжение 115 кВ. Определить сопротивление линии в относительных единицах, приведенное к мощности $S=200$ МВА.
33. Мощность силового трансформатора $S_n = 5,6$ МВА, $U_k\% = 7,5$ %. Потери активной мощности при номинальном режиме $ДР_n = 75,5$ кВт. Коэффициент трансформации $K_t=38/6,3$. Найти реактивное сопротивление трансформатора в Омах, приведенное к напряжению 38 и $6,3$ кВ соответственно.
34. Определить, в каком соотношении находятся выраженные в Омах индуктивные сопротивления генераторов G_1 и G_2 одинаковой мощности, но с номинальными напряжениями соответственно $6,3$ и $10,5$ кВ, если их относительные индуктивные сопротивления при своих номинальных условиях одинаковы. Емкостная проводимость кабельной линии равна $1/Ом-км$, индуктивное сопротивление кабеля $0,08$ Ом/км. Длина линии $l = 3$ км.
35. Определить параметры гидрогенератора в именованных и относительных единицах для расчета ударного тока при трехфазном КЗ на его выводах. Паспортные данные:
 $P_{ном} = 83$ МВт; $\cos\varphi = 0,8$; $U_{ном} = 13,8$ кВ; $X_d = 0,873$; $X_d'' = 0,227$; $X_d' = 0,317$;
 $X_q'' = 0,235$; $X_q = 0,507$; $X_2 = 0,231$; $X_0 = 0,11$; $R_{гс} = 0,0036$ Ом.
36. Определить параметры гидрогенератора в именованных и относительных единицах для расчета ударного тока при трехфазном КЗ на его выводах. Паспортные данные:
 $P_{ном} = 75$ МВт; $\cos\varphi = 0,85$; $U_{ном} = 13,8$ кВ; $X_d = 0,873$; $X_d'' = 0,227$; $X_d' = 0,317$;
 $X_q'' = 0,235$; $X_q = 0,507$; $X_2 = 0,231$; $X_0 = 0,11$; $R_{гс} = 0,0036$ Ом.
37. Определить параметры гидрогенератора в именованных и относительных единицах для расчета ударного тока при трехфазном КЗ на его выводах. Паспортные данные:
 $P_{ном} = 100$ МВт; $\cos\varphi = 0,9$; $U_{ном} = 13,8$ кВ; $X_d = 0,873$; $X_d'' = 0,227$; $X_d' = 0,317$;
 $X_q'' = 0,235$; $X_q = 0,507$; $X_2 = 0,231$; $X_0 = 0,11$; $R_{гс} = 0,0036$ Ом.
38. Определить параметры гидрогенератора в именованных и относительных единицах для расчета ударного тока при трехфазном КЗ на его выводах. Паспортные данные:

$P_{\text{ном}} = 125 \text{ МВт}; \cos \varphi = 0,92; U_{\text{ном}} = 13,8 \text{ кВ}; X_d = 0,873; X_d'' = 0,227; X_d' = 0,317;$
 $X_q'' = 0,235; X_q = 0,507; X_2 = 0,231; X_0 = 0,11; R_{\Sigma c} = 0,0036 \text{ Ом}.$

39. Определить параметры гидрогенератора в именованных и относительных единицах для расчета ударного тока при трехфазном КЗ на его выводах. Паспортные данные:

$P_{\text{ном}} = 50 \text{ МВт}; \cos \varphi = 0,75; U_{\text{ном}} = 13,8 \text{ кВ}; X_d = 0,873; X_d'' = 0,227; X_d' = 0,317;$
 $X_q'' = 0,235; X_q = 0,507; X_2 = 0,231; X_0 = 0,11; R_{\Sigma c} = 0,0036 \text{ Ом}.$

40. Определить параметры гидрогенератора в именованных и относительных единицах для расчета ударного тока при трехфазном КЗ на его выводах. Паспортные данные:

$P_{\text{ном}} = 37,5 \text{ МВт}; \cos \varphi = 0,95; U_{\text{ном}} = 13,8 \text{ кВ}; X_d = 0,873; X_d'' = 0,227; X_d' = 0,317;$
 $X_q'' = 0,235; X_q = 0,507; X_2 = 0,231; X_0 = 0,11; R_{\Sigma c} = 0,0036 \text{ Ом}.$

41. Определить величины, необходимые для построения векторной диаграммы синхронного генератора ТВВ-150-2. Его параметры: $P_{\text{ном}} = 150 \text{ МВт}; U_{\text{ном}} = 15,75 \text{ кВ}; \cos \varphi = 0,85;$
 $X_d = 1,88; X_d' = 0,275; X_d'' = 0,19; X_q'' = 0,192; X_2 = 0,23; X_0 = 0,107; T_{do} = 6,3 \text{ с}, T_d' = 0,935 \text{ с};$
 $T_d'' = 0,117 \text{ с}; T_j = 3 \text{ с}, T_q'' = 0,5 \text{ с}, T_a = 0,307 \text{ с}.$

42. Определить величины, необходимые для построения векторной диаграммы синхронного генератора ТВВ-100-2. Его параметры: $P_{\text{ном}} = 100 \text{ МВт}; U_{\text{ном}} = 15,75 \text{ кВ}; \cos \varphi = 0,90;$
 $X_d = 1,88; X_d' = 0,275; X_d'' = 0,19; X_q'' = 0,192; X_2 = 0,23; X_0 = 0,107; T_{do} = 6,3 \text{ с}, T_d' = 0,935 \text{ с};$
 $T_d'' = 0,117 \text{ с}; T_j = 3 \text{ с}, T_q'' = 0,5 \text{ с}, T_a = 0,307 \text{ с}.$

43. Определить величины, необходимые для построения векторной диаграммы синхронного генератора ТВВ-75-2. Его параметры: $P_{\text{ном}} = 75 \text{ МВт}; U_{\text{ном}} = 15,75 \text{ кВ}; \cos \varphi = 0,95; X_d = 1,88;$
 $X_d' = 0,275; X_d'' = 0,19; X_q'' = 0,192; X_2 = 0,23; X_0 = 0,107; T_{do} = 6,3 \text{ с}, T_d' = 0,935 \text{ с};$
 $T_d'' = 0,117 \text{ с}; T_j = 3 \text{ с}, T_q'' = 0,5 \text{ с}, T_a = 0,307 \text{ с}.$

44. Определить величины, необходимые для построения векторной диаграммы синхронного генератора ТВВ-500-2. Его параметры: $P_{\text{ном}} = 500 \text{ МВт}; U_{\text{ном}} = 15,75 \text{ кВ}; \cos \varphi = 0,99;$
 $X_d = 1,88; X_d' = 0,275; X_d'' = 0,19; X_q'' = 0,192; X_2 = 0,23; X_0 = 0,107; T_{do} = 6,3 \text{ с}, T_d' = 0,935 \text{ с};$
 $T_d'' = 0,117 \text{ с}; T_j = 3 \text{ с}, T_q'' = 0,5 \text{ с}, T_a = 0,307 \text{ с}.$

45. Определить величины, необходимые для построения векторной диаграммы синхронного генератора ТВВ-375-2. Его параметры: $P_{\text{ном}} = 375 \text{ МВт}; U_{\text{ном}} = 15,75 \text{ кВ}; \cos \varphi = 0,97;$
 $X_d = 1,88; X_d' = 0,275; X_d'' = 0,19; X_q'' = 0,192; X_2 = 0,23; X_0 = 0,107; T_{do} = 6,3 \text{ с}, T_d' = 0,935 \text{ с};$
 $T_d'' = 0,117 \text{ с}; T_j = 3 \text{ с}, T_q'' = 0,5 \text{ с}, T_a = 0,307 \text{ с}.$

46. Трехфазный трехобмоточный трансформатор имеет паспортные данные: $S_{\text{ном}} = 16 \text{ 000 кВА}; U_B = 115 \text{ кВ}; U_C = 38,5 \text{ кВ}; U_H = 11 \text{ кВ}; U_{\text{к BC}} = 10,5 \text{ %};$
 $U_{\text{к BH}} = 17 \text{ %}; U_{\text{к CH}} = 6 \text{ %}.$

Рассчитать схему замещения трансформатора:

- 1) в именованных единицах: а) при $U_{\text{осн}} = 115 \text{ кВ};$ б) при $U_{\text{осн}} = 11 \text{ кВ};$
 - 2) в относительных единицах при $S_b = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и $U_{\text{бI}} = 115 \text{ кВ}.$
- Во всех случаях учесть КТ.

47. Трехфазный трехобмоточный трансформатор имеет паспортные данные: $S_{\text{ном}} = 25 \text{ 000 кВА}; U_B = 115 \text{ кВ}; U_C = 38,5 \text{ кВ}; U_H = 11 \text{ кВ}; U_{\text{к BC}} = 10,5 \text{ %}; U_{\text{к BH}} = 23 \text{ %};$
 $U_{\text{к CH}} = 6 \text{ %}.$

Рассчитать схему замещения трансформатора:

- 1) в именованных единицах: а) при $U_{\text{осн}} = 115 \text{ кВ};$ б) при $U_{\text{осн}} = 11 \text{ кВ};$
 - 2) в относительных единицах при $S_b = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и $U_{\text{бI}} = 115 \text{ кВ}.$
- Во всех случаях учесть КТ.

48. Трехфазный трехобмоточный трансформатор имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 40000$ кВА; $U_B = 115$ кВ; $U_C = 38,5$ кВ; $U_H = 11$ кВ; $U_k BC = 10,5$ %;
 $U_k BH = 35$ %; $U_k CH = 6$ %.
 Рассчитать схему замещения трансформатора:
 1) в именованных единицах: а) при $U_{осн} = 115$ кВ; б) при $U_{осн} = 11$ кВ;
 2) в относительных единицах при $S_b = 100$ МВ · А и $U_{б1} = 115$ кВ.
 Во всех случаях учесть КТ.
49. Трехфазный трехобмоточный трансформатор имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 63\ 000$ кВА; $U_B = 115$ кВ; $U_C = 38,5$ кВ; $U_H = 11$ кВ; $U_k BC = 10,5$ %;
 $U_k BH = 45$ %; $U_k CH = 6$ %.
 Рассчитать схему замещения трансформатора:
 1) в именованных единицах: а) при $U_{осн} = 115$ кВ; б) при $U_{осн} = 11$ кВ;
 2) в относительных единицах при $S_b = 100$ МВ · А и $U_{б1} = 115$ кВ.
 Во всех случаях учесть КТ.
50. Трехфазный трехобмоточный трансформатор имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 80\ 000$ кВА; $U_B = 115$ кВ; $U_C = 38,5$ кВ; $U_H = 11$ кВ; $U_k BC = 10,5$ %;
 $U_k BH = 53$ %; $U_k CH = 6$ %.
 Рассчитать схему замещения трансформатора:
 1) в именованных единицах: а) при $U_{осн} = 115$ кВ; б) при $U_{осн} = 11$ кВ;
 2) в относительных единицах при $S_b = 100$ МВ · А и $U_{б1} = 115$ кВ.
 Во всех случаях учесть КТ.
51. Трехфазный трехобмоточный трансформатор имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 40\ 000$ кВ · А; $U_B = 230$ кВ; $U_C = 38,5$ кВ; $U_{ном} = 6,6$ кВ;
 $U_k BC = 12,5$ %; $U_k BH = 22$ %; $U_k CH = 9,5$ %.
 Рассчитать схему замещения трансформатора:
 1) в именованных единицах: а) при $U_{осн} = 230$ кВ; б) при $U_{осн} = 6,6$ кВ;
 2) в относительных единицах: а) при $U_{б1} = 230$ кВ; б) при $U_{б1} = 6,6$ кВ.
52. Трехфазный трехобмоточный трансформатор имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 25\ 000$ кВ · А; $U_B = 230$ кВ; $U_C = 38,5$ кВ; $U_{ном} = 6,6$ кВ; $U_k BC = 12,5$ %;
 $U_k BH = 22$ %; $U_k CH = 9,5$ %.
 Рассчитать схему замещения трансформатора:
 1) в именованных единицах: а) при $U_{осн} = 230$ кВ; б) при $U_{осн} = 6,6$ кВ;
 2) в относительных единицах: а) при $U_{б1} = 230$ кВ; б) при $U_{б1} = 6,6$ кВ.
53. Трехфазный трехобмоточный трансформатор имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 16\ 000$ кВ · А; $U_B = 230$ кВ; $U_C = 38,5$ кВ; $U_{ном} = 6,6$ кВ; $U_k BC = 12,5$ %;
 $U_k BH = 22$ %; $U_k CH = 9,5$ %.
 Рассчитать схему замещения трансформатора:
 1) в именованных единицах: а) при $U_{осн} = 230$ кВ; б) при $U_{осн} = 6,6$ кВ;
 2) в относительных единицах: а) при $U_{б1} = 230$ кВ; б) при $U_{б1} = 6,6$ кВ.
54. Трехфазный трехобмоточный трансформатор имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 63\ 000$ кВ · А; $U_B = 230$ кВ; $U_C = 38,5$ кВ; $U_{ном} = 6,6$ кВ; $U_k BC = 12,5$ %;
 $U_k BH = 25$ %; $U_k CH = 9,5$ %.
 Рассчитать схему замещения трансформатора:
 1) в именованных единицах: а) при $U_{осн} = 230$ кВ; б) при $U_{осн} = 6,6$ кВ;
 2) в относительных единицах: а) при $U_{б1} = 230$ кВ; б) при $U_{б1} = 6,6$ кВ.
55. Трехфазный трехобмоточный трансформатор имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 80\ 000$ кВ · А; $U_B = 230$ кВ; $U_C = 38,5$ кВ; $U_{ном} = 6,6$ кВ; $U_k BC = 12,5$ %;
 $U_k BH = 27$ %; $U_k CH = 9,5$ %.
 Рассчитать схему замещения трансформатора:
 1) в именованных единицах: а) при $U_{осн} = 230$ кВ; б) при $U_{осн} = 6,6$ кВ;

- 2) в относительных единицах: а) при $U_{б1} = 230$ кВ; б) при $U_{б1} = 6,6$ кВ.
56. Автотрансформатор с паспортными данными: $S_{ном} = 125000$ кВ · А; $U_B = 230$ кВ; $U_C = 121$ кВ; $U_H = 10,5$ кВ; $U_{к BC} = 11$ %; $U_{к BH} = 31$ %; $U_{к CH} = 19$ %.
 Рассчитать схему замещения автотрансформатора в именованных единицах при $U_{осн} = 230$ кВ и в относительных единицах при $U_{б1} = 10,5$ кВ. $S_{б} = 200$ МВ · А.
57. Автотрансформатор с паспортными данными: $S_{ном} = 100000$ кВ · А; $U_B = 230$ кВ; $U_C = 121$ кВ; $U_H = 10,5$ кВ; $U_{к BC} = 11$ %; $U_{к BH} = 31$ %; $U_{к CH} = 19$ %.
 Рассчитать схему замещения автотрансформатора в именованных единицах при $U_{осн} = 230$ кВ и в относительных единицах при $U_{б1} = 10,5$ кВ. $S_{б} = 200$ МВ · А.
58. Автотрансформатор с паспортными данными: $S_{ном} = 160000$ кВ · А; $U_B = 230$ кВ; $U_C = 121$ кВ; $U_H = 10,5$ кВ; $U_{к BC} = 11$ %; $U_{к BH} = 31$ %; $U_{к CH} = 19$ %.
 Рассчитать схему замещения автотрансформатора в именованных единицах при $U_{осн} = 230$ кВ и в относительных единицах при $U_{б1} = 10,5$ кВ. $S_{б} = 200$ МВ · А.
59. Автотрансформатор с паспортными данными: $S_{ном} = 250000$ кВ · А; $U_B = 230$ кВ; $U_C = 121$ кВ; $U_H = 10,5$ кВ; $U_{к BC} = 11$ %; $U_{к BH} = 31$ %; $U_{к CH} = 19$ %.
 Рассчитать схему замещения автотрансформатора в именованных единицах при $U_{осн} = 230$ кВ и в относительных единицах при $U_{б1} = 10,5$ кВ. $S_{б} = 500$ МВ · А.
60. Автотрансформатор с паспортными данными: $S_{ном} = 400000$ кВ · А; $U_B = 230$ кВ; $U_C = 121$ кВ; $U_H = 10,5$ кВ; $U_{к BC} = 11$ %; $U_{к BH} = 31$ %; $U_{к CH} = 19$ %.
 Рассчитать схему замещения автотрансформатора в именованных единицах при $U_{осн} = 230$ кВ и в относительных единицах при $U_{б1} = 10,5$ кВ. $S_{б} = 500$ МВ · А.
61. Однофазный трансформатор с расщепленной обмоткой на низкой стороне имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 533$ МВ · А; $U_{B ном} = 525 / 3$ кВ; $U_{H1 ном} = 24$ кВ; $U_{H2 ном} = 24$ кВ; $U_{к} = 13,5$ %.
 Нарисовать схему замещения и определить параметры ее элементов в именованных (при $U_{осн} = 515$ кВ) и в относительных ($S_{б} = 1000$ МВ · А) единицах с учетом КТ.
62. Однофазный трансформатор с расщепленной обмоткой на низкой стороне имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 167$ МВ · А; $U_{B ном} = 525 / 3$ кВ; $U_{H1 ном} = 24$ кВ; $U_{H2 ном} = 24$ кВ; $U_{к} = 13,5$ %.
 Нарисовать схему замещения и определить параметры ее элементов в именованных (при $U_{осн} = 515$ кВ) и в относительных ($S_{б} = 1000$ МВ · А) единицах с учетом КТ.
63. Однофазный трансформатор с расщепленной обмоткой на низкой стороне имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 87$ МВ · А; $U_{B ном} = 525 / 3$ кВ; $U_{H1 ном} = 24$ кВ; $U_{H2 ном} = 24$ кВ; $U_{к} = 13,5$ %.
 Нарисовать схему замещения и определить параметры ее элементов в именованных (при $U_{осн} = 515$ кВ) и в относительных ($S_{б} = 1000$ МВ · А) единицах с учетом КТ.
64. Однофазный трехобмоточный автотрансформатор имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 167$ МВ · А; $U_{B ном} = 500/3$ кВ; $U_{C ном} = 230 / 3$ кВ; $U_{H ном} = 13,8$ кВ; $U_{к BC} = 11$ %; $U_{к BH} = 35$ %; $U_{к CH} = 21,5$ %.
 Нарисовать схему замещения автотрансформатора и определить величины индуктивных сопротивлений в именованных единицах при $U_{осн} = 500$ кВ и в относительных единицах при $S_{б} = 1000$ МВ · А и $U_{б} = 500$ кВ.
65. Однофазный трехобмоточный автотрансформатор имеет паспортные данные:
 $S_{ном} = 533$ МВ · А; $U_{B ном} = 500/3$ кВ; $U_{C ном} = 230 / 3$ кВ; $U_{H ном} = 13,8$ кВ; $U_{к BC} = 11$ %; $U_{к BH} = 35$ %; $U_{к CH} = 21,5$ %.
 Нарисовать схему замещения автотрансформатора и определить величины индуктивных сопротивлений в именованных единицах при $U_{осн} = 500$ кВ и в относительных единицах при $S_{б} = 1000$ МВ · А и $U_{б} = 500$ кВ.
66. В обобщенном узле нагрузки: $S_{нагр ном} = 1500$ кВ · А при $\cos \phi_{нагр} = 0,8$ и $U_{нагр. ном} = 10$ кВ. Определить параметры нагрузки в именованных единицах, приведенных к высокой стороне трансформатора с КТ = 110/10,5 и в относительных единицах при $U_{б} = 115$ кВ и $S_{б} = 10$ МВ · А для начального момента времени переходного процесса и для установившегося режима. Расчет выполнить с учетом действительного КТ и по $U_{ср}$.

67. В обобщенном узле нагрузки: $S_{\text{нагр ном}} = 2000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ при $\cos \varphi_{\text{нагр}} = 0,9$ и $U_{\text{нагр. ном}} = 10 \text{ кВ}$. Определить параметры нагрузки в именованных единицах, приведенных к высокой стороне трансформатора с $K_T = 110/10,5$ и в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 10 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ для начального момента времени переходного процесса и для установившегося режима. Расчет выполнить с учетом действительного K_T и по $U_{\text{ср}}$.
68. В обобщенном узле нагрузки: $S_{\text{нагр ном}} = 2500 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ при $\cos \varphi_{\text{нагр}} = 0,92$ и $U_{\text{нагр. ном}} = 10 \text{ кВ}$. Определить параметры нагрузки в именованных единицах, приведенных к высокой стороне трансформатора с $K_T = 110/10,5$ и в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 10 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ для начального момента времени переходного процесса и для установившегося режима. Расчет выполнить с учетом действительного K_T и по $U_{\text{ср}}$.
69. В обобщенном узле нагрузки: $S_{\text{нагр ном}} = 4000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ при $\cos \varphi_{\text{нагр}} = 0,95$ и $U_{\text{нагр. ном}} = 10 \text{ кВ}$. Определить параметры нагрузки в именованных единицах, приведенных к высокой стороне трансформатора с $K_T = 110/10,5$ и в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 10 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ для начального момента времени переходного процесса и для установившегося режима. Расчет выполнить с учетом действительного K_T и по $U_{\text{ср}}$.
70. В обобщенном узле нагрузки: $S_{\text{нагр ном}} = 2000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ при $\cos \varphi_{\text{нагр}} = 0,98$ и $U_{\text{нагр. ном}} = 10 \text{ кВ}$. Определить параметры нагрузки в именованных единицах, приведенных к высокой стороне трансформатора с $K_T = 110/10,5$ и в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 10 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ для начального момента времени переходного процесса и для установившегося режима. Расчет выполнить с учетом действительного K_T и по $U_{\text{ср}}$.
71. В узле нагрузки установлены одинаковой мощности асинхронные двигатели $U_{\text{нагр. ном}} = 6,0 \text{ кВ}$, $\cos \varphi = 0,88$, кратность пускового тока равна $6,2$ и суммарная мощность 3200 кВт . Рассчитать параметры схемы замещения для определения ударного тока при трехфазном КЗ в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ по $U_{\text{ср}}$.
72. В узле нагрузки установлены одинаковой мощности асинхронные двигатели $U_{\text{нагр. ном}} = 6,0 \text{ кВ}$, $\cos \varphi = 0,9$, кратность пускового тока равна $7,0$ и суммарная мощность 5000 кВт . Рассчитать параметры схемы замещения для определения ударного тока при трехфазном КЗ в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ по $U_{\text{ср}}$.
73. В узле нагрузки установлены одинаковой мощности асинхронные двигатели $U_{\text{нагр. ном}} = 6,0 \text{ кВ}$, $\cos \varphi = 0,92$, кратность пускового тока равна $7,5$ и суммарная мощность 7500 кВт . Рассчитать параметры схемы замещения для определения ударного тока при трехфазном КЗ в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ по $U_{\text{ср}}$.
74. В узле нагрузки установлены одинаковой мощности асинхронные двигатели $U_{\text{нагр. ном}} = 6,0 \text{ кВ}$, $\cos \varphi = 0,95$, кратность пускового тока равна $5,5$ и суммарная мощность 11000 кВт . Рассчитать параметры схемы замещения для определения ударного тока при трехфазном КЗ в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ по $U_{\text{ср}}$.
75. В узле нагрузки установлены одинаковой мощности асинхронные двигатели $U_{\text{нагр. ном}} = 6,0 \text{ кВ}$, $\cos \varphi = 0,80$, кратность пускового тока равна $7,5$ и суммарная мощность 2500 кВт . Рассчитать параметры схемы замещения для определения ударного тока при трехфазном КЗ в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ по $U_{\text{ср}}$.
76. Узел нагрузки имеет $S_{\text{нагр}} = 2,5 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $\cos \varphi_{\text{нагр}} = 0,9$ и $U_{\text{нагр н}} = 10 \text{ кВ}$. Определить его параметры для установившегося режима КЗ в относительных единицах при $U_6 = 110 \text{ кВ}$ и $S_6 = 10 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 220 \text{ кВ}$ $\left(K_T = \frac{230}{11} \right)$, с учетом K_T по $U_{\text{ср}}$.
77. Узел нагрузки имеет $S_{\text{нагр}} = 4,0 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $\cos \varphi_{\text{нагр}} = 0,92$ и $U_{\text{нагр н}} = 10 \text{ кВ}$. Определить его параметры для установившегося режима КЗ в относительных единицах при $U_6 = 110 \text{ кВ}$ и $S_6 = 10 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 220 \text{ кВ}$ $\left(K_T = \frac{230}{11} \right)$, с учетом K_T по $U_{\text{ср}}$.
78. Узел нагрузки имеет $S_{\text{нагр}} = 6,3 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $\cos \varphi_{\text{нагр}} = 0,95$ и $U_{\text{нагр н}} = 10 \text{ кВ}$. Определить его параметры для установившегося режима КЗ в относительных единицах при $U_6 = 110$

- кВ и $S_6 = 10 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 220 \text{ кВ}$ $\left(K_T = \frac{230}{11} \right)$,
с учетом КТ по $U_{\text{ср}}$.
79. Узел нагрузки имеет $S_{\text{нагр}} = 5,0 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $\cos \phi_{\text{нагр}} = 0,94$ и $U_{\text{нагр н}} = 10 \text{ кВ}$. Определить его параметры для установившегося режима КЗ в относительных единицах при $U_6 = 110 \text{ кВ}$ и $S_6 = 10 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 220 \text{ кВ}$ $\left(K_T = \frac{230}{11} \right)$,
с учетом КТ по $U_{\text{ср}}$.
80. Узел нагрузки имеет $S_{\text{нагр}} = 10,0 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $\cos \phi_{\text{нагр}} = 0,97$ и $U_{\text{нагр н}} = 10 \text{ кВ}$. Определить его параметры для установившегося режима КЗ в относительных единицах при $U_6 = 110 \text{ кВ}$ и $S_6 = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 220 \text{ кВ}$ $\left(K_T = \frac{230}{11} \right)$, с учетом КТ по $U_{\text{ср}}$.
81. Определить параметры реактора типа РБНГ-10-2500-0,25 в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и в именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 110 \text{ кВ}$ с учетом $\left(K_T = \frac{110}{10,5} \right)$ $\Delta P = 16,1 \text{ кВт}$ на фазу.
82. Определить параметры реактора типа РБНГ-10-3200-0,25 в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и в именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 110 \text{ кВ}$ с учетом $\left(K_T = \frac{110}{10,5} \right)$ $\Delta P = 16,1 \text{ кВт}$ на фазу.
83. Определить параметры реактора типа РБНГ-10-4000-0,25 в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и в именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 110 \text{ кВ}$ с учетом $\left(K_T = \frac{110}{10,5} \right)$ $\Delta P = 16,1 \text{ кВт}$ на фазу.
84. Определить параметры реактора типа РБНГ-10-6300-0,25 в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и в именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 110 \text{ кВ}$ с учетом $\left(K_T = \frac{110}{10,5} \right)$ $\Delta P = 16,1 \text{ кВт}$ на фазу.
85. Определить параметры реактора типа РБНГ-10-10000-0,25 в относительных единицах при $U_6 = 115 \text{ кВ}$ и $S_6 = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и в именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 110 \text{ кВ}$ с учетом $\left(K_T = \frac{110}{10,5} \right)$ $\Delta P = 16,1 \text{ кВт}$ на фазу.
86. Определить индуктивное сопротивление реактора типа ТОРМ-110-650-15 в относительных единицах при $U_6 = 230 \text{ кВ}$ и $S_6 = 1000 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 230 \text{ кВ}$ с учетом среднономинальных напряжений.
87. Определить индуктивное сопротивление реактора типа ТОРМ-110-1000-15 в относительных единицах при $U_6 = 230 \text{ кВ}$ и $S_6 = 5000 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 230 \text{ кВ}$ с учетом среднономинальных напряжений.
88. Определить индуктивное сопротивление реактора типа ТОРМ-110-1600-15 в относительных единицах при $U_6 = 230 \text{ кВ}$ и $S_6 = 5000 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 230 \text{ кВ}$ с учетом среднономинальных напряжений.
89. Определить индуктивное сопротивление реактора типа ТОРМ-110-2500-15 в относительных единицах при $U_6 = 230 \text{ кВ}$ и $S_6 = 5000 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 230 \text{ кВ}$ с учетом среднономинальных напряжений.
90. Определить индуктивное сопротивление реактора типа ТОРМ-110-4000-15 в относительных единицах при $U_6 = 230 \text{ кВ}$ и $S_6 = 5000 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ и именованных единицах, приведенных к $U_{\text{осн}} = 230 \text{ кВ}$ с учетом среднономинальных напряжений.

91. Определить активное и индуктивное сопротивления в именованных и относительных единицах для реактора типа РБГ-10-630-0,56 с $\Delta P = 4$ кВт на фазу. Принять: $U_{\text{осн}} = 37$ кВ, $U_{\text{б}} = 35$ кВ, $S_{\text{б}} = 100$ МВ · А и $\left(K_T = \frac{37}{11} \right)$.
92. Определить индуктивное сопротивление реактора типа ТОРМ-220-324-12 в именованных и относительных единицах. Принять: $U_{\text{осн}} = 500$ кВ, $U_{\text{б}} = 515$ кВ, $S_{\text{б}} = 1000$ МВ · А. K_T учесть по среднономинальным напряжениям.
93. В сети 6 кВ установлен реактор типа РБ-10-400-0,35, который предполагается заменить реактором на 1000 А и $U_{\text{ном}} = 6$ кВ. Определить реактивность установленного реактора в процентах, при которой сопротивление сети не изменится.
94. В сети 10 кВ установлен реактор типа РБ-10-400-0,35, который предполагается заменить реактором на 1000 А и $U_{\text{ном}} = 10$ кВ. Определить реактивность установленного реактора в процентах, при которой сопротивление сети не изменится.
95. В сети 10 кВ установлен реактор типа РБ-10-630-0,35, который предполагается заменить реактором на 1600 А и $U_{\text{ном}} = 10$ кВ. Определить реактивность установленного реактора в процентах, при которой сопротивление сети не изменится.
96. В сети 15 кВ установлен реактор типа РБ-15-1000-0,35, который предполагается заменить реактором на 2500 А и $U_{\text{ном}} = 15$ кВ. Определить реактивность установленного реактора в процентах, при которой сопротивление сети не изменится.
97. Выразить в относительных единицах индуктивное сопротивление одноцепной линии электропередачи $U_{\text{ном}} = 110$ кВ длиной 50 км, выполненной проводом АС-120/19 с $d = 15,2 \cdot 10^{-3}$ м на железобетонных унифицированных опорах при расположении проводов по вершинам треугольника с размером $D_{AC} = 5,5$ м; $D_{AB} = 4,27$ м; $D_{BC} = 5,66$ м, приняв за базисные условия $U_{\text{б}} = 115$ кВ, $S_{\text{б}} = 100$ МВ · А.
98. Выразить в относительных единицах индуктивное сопротивление одноцепной линии электропередачи $U_{\text{ном}} = 150$ кВ длиной 65 км, выполненной проводом АС-120/19 с $d = 15,2 \cdot 10^{-3}$ м на железобетонных унифицированных опорах при расположении проводов по вершинам треугольника с размером $D_{AC} = 5,5$ м; $D_{AB} = 4,27$ м; $D_{BC} = 5,66$ м, приняв за базисные условия $U_{\text{б}} = 150$ кВ, $S_{\text{б}} = 100$ МВ · А.
99. Выразить в относительных единицах индуктивное сопротивление одноцепной линии электропередачи $U_{\text{ном}} = 220$ кВ длиной 70 км, выполненной проводом АС-120/19 с $d = 15,2 \cdot 10^{-3}$ м на железобетонных унифицированных опорах при расположении проводов по вершинам треугольника с размером $D_{AC} = 5,5$ м; $D_{AB} = 4,27$ м; $D_{BC} = 5,66$ м, приняв за базисные условия $U_{\text{б}} = 230$ кВ, $S_{\text{б}} = 100$ МВ · А.
100. Определить параметры системы с $U_{\text{н}} = 110$ кВ и $S_{\text{кз}} = 150$ МВ · А в именованных единицах.
101. Определить законы изменения $I_{\Gamma}(t)$, $U_{\Gamma}(t)$, $E_q(t)$, $E'_q(t)$ при трехфазном коротком замыкании на стороне высокого напряжения блока генератор–трансформатор. До короткого замыкания генератор работал в номинальном режиме. Считать, что АРВ нет. Данные генератора: $P_{\text{н}} = 100$ МВт; $\cos \varphi = 0,85$; $U_{\text{н}} = 10,5$ кВ; $X_d = 1,8$; $X'_d = 0,26$; $T_{d0} = 6,4$ с. Данные трансформатора: $S_{\text{н}} = 120$ МВ · А; $U_{\text{к}} = 10,5$ %; 115/10,5 кВ.
102. Синхронный генератор работает в режиме холостого хода. Внезапно возникла необходимость снять возбуждение с машины. Определить время, по истечении которого напряжение на выводах машины составит ном $0,1U$. Известно, что $T_{d0} = 5$ с, $k = 3$. Расчет выполнить с применением разрядного сопротивления и без учета демпфирования.
103. Синхронный генератор работает в режиме холостого хода. Внезапно возникла необходимость снять возбуждение с машины. Определить время, по истечении которого напряжение на выводах машины составит ном $0,1U$. Известно, что $T_{d0} = 3$ с, $k = 5$. Расчет выполнить с применением разрядного сопротивления и без учета демпфирования.

104. Синхронный генератор работает в режиме холостого хода. Внезапно возникла необходимость снять возбуждение с машины. Определить время, по истечении которого напряжение на выводах машины составит ном $0,1U$. Известно, что $T_{d0} = 2c$, $k = 2$. Расчет выполнить с применением разрядного сопротивления и без учета демпфирования.
105. Синхронный генератор работает в режиме холостого хода. Внезапно возникла необходимость снять возбуждение с машины. Определить время, по истечении которого напряжение на выводах машины составит ном $0,1U$. Известно, что $T_{d0} = 9c$, $k = 10$. Расчет выполнить с применением разрядного сопротивления и без учета демпфирования.
106. Синхронный генератор работает на холостом ходу, внезапно срабатывает автомат гашения поля (АГП). Определить время, по истечении которого магнитное поле машины может считаться погашенным. Гашение осуществляется на постоянное активное сопротивление. Демпферной обмотки нет. Генератор ТВВ-200-2АУЗ, $P_{ном} = 200$ МВт, $U_{ном} = 15,75$ кВ, $\cos \varphi = 0,85$, $X'_d = 0,272$, $X_d = 2,106$, $T_{d0} = 7,03c$, $R_{зам} / R = 3$.
107. Синхронный генератор работает на холостом ходу, внезапно срабатывает АГП. Определить время, по истечении которого магнитное поле машины может считаться погашенным. Гашение осуществляется на постоянное активное сопротивление. Демпферной обмотки нет. Генератор ТВВ-225-2АУЗ, $P_{ном} = 225$ МВт, $U_{ном} = 15,75$ кВ, $\cos \varphi = 0,90$, $X'_d = 0,272$, $X_d = 2,106$, $T_{d0} = 7,03c$, $R_{зам} / R = 3$.
108. Синхронный генератор работает на холостом ходу, внезапно срабатывает АГП. Определить время, по истечении которого магнитное поле машины может считаться погашенным. Гашение осуществляется на постоянное активное сопротивление. Демпферной обмотки нет. Генератор ТВВ-250-2АУЗ, $P_{ном} = 250$ МВт, $U_{ном} = 27,5$ кВ, $\cos \varphi = 0,95$, $X'_d = 0,271$, $X_d = 2,106$, $T_{d0} = 7,03c$, $R_{зам} / R = 3$.
109. Синхронный генератор работает на холостом ходу, внезапно срабатывает АГП. Определить время, по истечении которого магнитное поле машины может считаться погашенным. Гашение осуществляется на постоянное активное сопротивление. Демпферной обмотки нет. Генератор ТВВ-315-2АУЗ, $P_{ном} = 315$ МВт, $U_{ном} = 38,5$ кВ, $\cos \varphi = 0,98$, $X'_d = 0,270$, $X_d = 2,106$, $T_{d0} = 7,03c$, $R_{зам} / R = 3$.
110. Синхронный генератор работает на холостом ходу, внезапно срабатывает АГП. Определить время, по истечении которого магнитное поле машины может считаться погашенным. Гашение осуществляется на постоянное активное сопротивление. Демпферной обмотки нет. Генератор ТВВ-200-2АУЗ, $P_{ном} = 200$ МВт, $U_{ном} = 15,75$ кВ, $\cos \varphi = 0,85$, $X'_d = 0,272$, $X_d = 2,106$, $T_{d0} = 7,03c$, $R_{зам} / R = 3$.
111. Определить максимальное значение дугогасительного сопротивления, при котором скорость спада тока возбуждения при гашении поля будет максимальной, при условии, что обмотка возбуждения выдерживает напряжение $U_{доп}$, равное 3500 В. Исходный режим работы синхронного генератора – холостой ход. Задачу решить без учета демпфирования.

Генератор ТВФ-110-2ЕУЗ, ном $P_{ном} = 110$ МВт, $U_{ном} = 10,5$ кВ, $X'_d = 0,271$, $X_d = 2,04$, $T_{d0} = 6,7c$, $R_f = 0,126$ Ом, $U_{f0} = 600$ В.

112. Определить максимальное значение дугогасительного сопротивления, при котором скорость спада тока возбуждения при гашении поля будет максимальной, при условии, что обмотка возбуждения выдерживает напряжение $U_{доп}$, равное 3500 В. Исходный режим работы синхронного генератора – холостой ход. Задачу решить без учета демпфирования.

Генератор ТВФ-150-2ЕУЗ, ном $P_{\text{ном}}=150$ МВт, $U_{\text{ном}}=15,5$ кВ, $X'_d=0,271$, $X_d=2,04$, $T_{d0}=6,7$ с, $R_f=0,126$ Ом, $U_{f0}=600$ В.

113. Определить максимальное значение дугогасительного сопротивления, при котором скорость спада тока возбуждения при гашении поля будет максимальной, при условии, что обмотка возбуждения выдерживает напряжение $U_{\text{доп}}$, равное 5000 В. Исходный режим

работы синхронного генератора – холостой ход. Задачу решить без учета демпфирования.

Генератор ТВФ-180-2ЕУЗ, ном $P_{\text{ном}}=180$ МВт, $U_{\text{ном}}=20,5$ кВ, $X'_d=0,271$, $X_d=2,04$, $T_{d0}=6,7$ с, $R_f=0,126$ Ом, $U_{f0}=600$ В.

114. Определить максимальное значение дугогасительного сопротивления, при котором скорость спада тока возбуждения при гашении поля будет максимальной, при условии, что обмотка возбуждения выдерживает напряжение $U_{\text{доп}}$, равное 3500 В. Исходный режим

работы синхронного генератора – холостой ход. Задачу решить без учета демпфирования.

Генератор ТВФ-225-2ЕУЗ, ном $P_{\text{ном}}=225$ МВт, $U_{\text{ном}}=27,5$ кВ, $X'_d=0,271$, $X_d=2,04$, $T_{d0}=7,7$ с, $R_f=0,126$ Ом, $U_{f0}=600$ В.

115. Определить максимальное значение дугогасительного сопротивления, при котором скорость спада тока возбуждения при гашении поля будет максимальной, при условии, что обмотка возбуждения выдерживает напряжение $U_{\text{доп}}$, равное 3500 В. Исходный режим

работы синхронного генератора – холостой ход. Задачу решить без учета демпфирования.

Генератор ТВФ-250-2ЕУЗ, ном $P_{\text{ном}}=250$ МВт, $U_{\text{ном}}=35,5$ кВ, $X'_d=0,271$, $X_d=2,04$, $T_{d0}=10,7$ с, $R_f=0,126$ Ом, $U_{f0}=600$ В.

116. Два турбогенератора Г1 и Г2 работают отдельно на холостом ходу, в определенный момент времени срабатывает АП у первого и второго генераторов. Определить величину разрядного сопротивления второго генератора при условии, что время гашения поля генераторов должно быть одинаково. Демпфирование не учитывать.

Генератор Г1: ТВФ-63-2УЗ, ном $P_{\text{ном}}=63$ МВт, $U_{\text{ном}}=6,3$ кВ, $X'_d=0,275$, $X_d=1,915$, $T_{d0}=6,23$ с, $k_{\text{зам}}=4$, $R_f=0,103$ Ом.

Генератор Г2 : ТВФ-63-2УЗ, ном $P_{\text{ном}}=63$ МВт, $U_{\text{ном}}=10,5$ кВ, $X'_d=0,224$, $X_d=1,199$, $T_{d0}=8,85$ с, $R_f=0,103$ Ом.

117. Определить постоянную гашения магнитного поля синхронного генератора $T_{\text{гаш}}$, если за время, равное 1,2 с, напряжение на выводах машины, работающей на холостом ходу, уменьшилось на 65 % от номинального. Постоянную времени обмотки возбуждения T_{d0} принять равной 8 с. Продольная демпферная обмотка отсутствует.

118. Определить постоянную гашения магнитного поля синхронного генератора $T_{\text{гаш}}$, если за время, равное 5,2 с, напряжение на выводах машины, работающей на холостом ходу, уменьшилось на 50 % от номинального. Постоянную времени обмотки возбуждения T_{d0} принять равной 10 с. Продольная демпферная обмотка отсутствует.

119. Определить постоянную гашения магнитного поля синхронного генератора $T_{\text{гаш}}$, если за время, равное 4,0 с, напряжение на выводах машины, работающей на холостом ходу, уменьшилось на 75 % от номинального. Постоянную времени обмотки возбуждения T_{d0} принять равной 12 с. Продольная демпферная обмотка отсутствует.

120. Определить постоянную гашения магнитного поля синхронного генератора $T_{\text{гаш}}$, если за время, равное 12 с, напряжение на выводах машины, работающей на холостом ходу,

- уменьшилось на 80 % от номинального. Постоянную времени обмотки возбуждения T_{d0} принять равной 14 с. Продольная демпферная обмотка отсутствует.
121. Построить в относительных единицах график изменения тока возбуждения i_f и напряжения на обмотке возбуждения U_f при гашении магнитного поля генератора, работающего на холостом ходу. Демпфирование не учитывать. Генератор ТВВ-1000-2АУЗ, $U_{\text{ном}}=24$ кВ, $X'_d=0,458$, $X_d=2,41$, $T_{d0}=9,1$ с.
 122. Построить в относительных единицах график изменения тока возбуждения i_f и напряжения на обмотке возбуждения U_f при гашении магнитного поля генератора, работающего на холостом ходу. Демпфирование не учитывать. Генератор ТВВ-1600-2АУЗ, $U_{\text{ном}}=24$ кВ, $X'_d=0,458$, $X_d=2,41$, $T_{d0}=10,1$ с.
 123. Построить в относительных единицах график изменения тока возбуждения i_f и напряжения на обмотке возбуждения U_f при гашении магнитного поля генератора, работающего на холостом ходу. Демпфирование не учитывать. Генератор ТВВ-2250-2АУЗ, $U_{\text{ном}}=36$ кВ, $X'_d=0,458$, $X_d=2,41$, $T_{d0}=12,1$ с.
 124. Построить в относительных единицах график изменения тока возбуждения i_f и напряжения на обмотке возбуждения U_f при гашении магнитного поля генератора, работающего на холостом ходу. Демпфирование не учитывать. Генератор ТВВ-2500-2АУЗ, $U_{\text{ном}}=36$ кВ, $X'_d=0,458$, $X_d=2,41$, $T_{d0}=15,1$ с.
 125. Построить в относительных единицах график изменения тока возбуждения i_f и напряжения на обмотке возбуждения U_f при гашении магнитного поля генератора, работающего на холостом ходу. Демпфирование не учитывать. Генератор ТВВ-3150-2АУЗ, $U_{\text{ном}}=24$ кВ, $X'_d=0,458$, $X_d=2,41$, $T_{d0}=8,6$ с.
 126. Построить график изменения тока возбуждения во времени при оптимальном гашении магнитного поля синхронного генератора, без учета демпфирования.
Генератор: ТГВ-300-2ЕУЗ, $P_{\text{ном}}=300$ МВт, $U_{\text{ном}}=20$ кВ, $X'_d=0,3$, $X_d=2,195$, $T_{d0}=7$ с,
 $U_{f0}=840$ В, $U_{\text{исп}}=4100$ В.
 127. Построить график изменения тока возбуждения во времени при оптимальном гашении магнитного поля синхронного генератора, без учета демпфирования.
Генератор: ТГВ-315-2ЕУЗ, $P_{\text{ном}}=315$ МВт, $U_{\text{ном}}=20$ кВ, $X'_d=0,3$, $X_d=2,195$, $T_{d0}=8$ с,
 $U_{f0}=840$ В, $U_{\text{исп}}=5000$ В.
 128. Построить график изменения тока возбуждения во времени при оптимальном гашении магнитного поля синхронного генератора, без учета демпфирования.
Генератор: ТГВ-450-2ЕУЗ, $P_{\text{ном}}=450$ МВт, $U_{\text{ном}}=24$ кВ, $X'_d=0,3$, $X_d=2,195$, $T_{d0}=8,6$ с,
 $U_{f0}=840$ В, $U_{\text{исп}}=4100$ В.
 129. Построить график изменения тока возбуждения во времени при оптимальном гашении магнитного поля синхронного генератора, без учета демпфирования.
Генератор: ТГВ-550-2ЕУЗ, $P_{\text{ном}}=550$ МВт, $U_{\text{ном}}=35$ кВ, $X'_d=0,3$, $X_d=2,195$, $T_{d0}=9,1$ с,
 $U_{f0}=840$ В, $U_{\text{исп}}=4100$ В.
 130. Построить график изменения тока возбуждения во времени при оптимальном гашении магнитного поля синхронного генератора, без учета демпфирования.
Генератор: ТГВ-750-2ЕУЗ, $P_{\text{ном}}=750$ МВт, $U_{\text{ном}}=24$ кВ, $X'_d=0,3$, $X_d=2,195$, $T_{d0}=10$ с,
 $U_{f0}=840$ В, $U_{\text{исп}}=4100$ В.

131. Магнитное поле синхронного генератора гасится последовательно включенной дугогасительной решеткой. Определить время гашения магнитного поля. Продольная демпферная обмотка отсутствует.
 Генератор: ТГВ-800-2ЕУ3, $P_{\text{ном}} = 800 \text{ МВт}$, $U_{\text{ном}} = 24 \text{ кВ}$, $X'_d = 0,307$, $X_d = 2,33$, $T_{d0} = 9,3 \text{ с}$,
 $U_{f0} = 940 \text{ В}$, $U_{\text{ИСП}} = 3900 \text{ В}$, $R_f = 0,12 \text{ Ом}$.
132. Магнитное поле синхронного генератора гасится последовательно включенной дугогасительной решеткой. Определить время гашения магнитного поля. Продольная демпферная обмотка отсутствует.
 Генератор: ТГВ-1000-2ЕУ3, $P_{\text{ном}} = 1000 \text{ МВт}$, $U_{\text{ном}} = 24 \text{ кВ}$, $X'_d = 0,307$, $X_d = 2,33$, $T_{d0} = 9,7 \text{ с}$,
 $U_{f0} = 940 \text{ В}$, $U_{\text{ИСП}} = 3900 \text{ В}$, $R_f = 0,12 \text{ Ом}$.
133. Магнитное поле синхронного генератора гасится последовательно включенной дугогасительной решеткой. Определить время гашения магнитного поля. Продольная демпферная обмотка отсутствует.
 Генератор: ТГВ-1500-2ЕУ3, $P_{\text{ном}} = 1500 \text{ МВт}$, $U_{\text{ном}} = 35 \text{ кВ}$, $X'_d = 0,307$, $X_d = 2,33$, $T_{d0} = 10,3 \text{ с}$,
 $U_{f0} = 940 \text{ В}$, $U_{\text{ИСП}} = 3900 \text{ В}$, $R_f = 0,12 \text{ Ом}$.
134. Магнитное поле синхронного генератора гасится последовательно включенной дугогасительной решеткой. Определить время гашения магнитного поля. Продольная демпферная обмотка отсутствует.
 Генератор: ТГВ-2500-2ЕУ3, $P_{\text{ном}} = 2500 \text{ МВт}$, $U_{\text{ном}} = 35 \text{ кВ}$, $X'_d = 0,307$, $X_d = 2,33$, $T_{d0} = 11,8 \text{ с}$
 $U_{f0} = 940 \text{ В}$, $U_{\text{ИСП}} = 3900 \text{ В}$, $R_f = 0,12 \text{ Ом}$.
135. Магнитное поле синхронного генератора гасится последовательно включенной дугогасительной решеткой. Определить время гашения магнитного поля. Продольная демпферная обмотка отсутствует.
 Генератор: ТГВ-3150-2ЕУ3, $P_{\text{ном}} = 3150 \text{ МВт}$, $U_{\text{ном}} = 36 \text{ кВ}$, $X'_d = 0,307$, $X_d = 2,33$, $T_{d0} = 12,3 \text{ с}$
 $U_{f0} = 940 \text{ В}$, $U_{\text{ИСП}} = 3900 \text{ В}$, $R_f = 0,12 \text{ Ом}$.
136. Магнитное поле генератора при трехфазном КЗ на его шинах гасится последовательно включенной дугогасительной решеткой. Параметры генератора ТГВ-200-2, $P_{\text{ном}} = 200 \text{ МВт}$, $U_{\text{ном}} = 15,75 \text{ кВ}$, $i_{\text{фх}} = 1025 \text{ А}$, $U_{\text{фно}} = 300 \text{ В}$, $i_{\text{фн}} = 2540 \text{ А}$, $X'_d = 0,2$, $X_d = 1,9$,
 $X''_d = 0,15$, $X_\sigma = 0,15$, $X_f = 1,85$, $T_{d0} = 5,2 \text{ с}$, $T_{d10} = 3 \text{ с}$.
 Испытательное напряжение обмотки возбуждения 2000 В .
 Определить полное время гашения поля генератора, работавшего в номинальном режиме; принять, что статор генератора замкнут накоротко вследствие трехфазного КЗ на его шинах.
 Варианты:
 а) гашение поля осуществляется на постоянное разрядное сопротивление $k = 3$. Влияние демпферной обмотки не учитывается;
 б) гашение поля осуществляется с помощью дугогасительной решетки, включенной последовательно обмотке возбуждения. Влияние демпферной обмотки не учитывается;
 в) то же, что и п. «б», но с учетом влияния продольной демпферной обмотки генератора.
137. Магнитное поле генератора при трехфазном КЗ на его шинах гасится последовательно включенной дугогасительной решеткой. Параметры генератора ТГВ-250-2, $P_{\text{ном}} = 250 \text{ МВт}$, $U_{\text{ном}} = 20,5 \text{ кВ}$, $i_{\text{фх}} = 1025 \text{ А}$, $U_{\text{фно}} = 300 \text{ В}$, $i_{\text{фн}} = 2540 \text{ А}$, $X'_d = 0,2$, $X_d = 1,9$,
 $X''_d = 0,15$, $X_\sigma = 0,15$, $X_f = 1,85$, $T_{d0} = 5,2 \text{ с}$, $T_{d10} = 3 \text{ с}$.
 Испытательное напряжение обмотки возбуждения 2500 В .

Определить полное время гашения поля генератора, работавшего в номинальном режиме; принять, что статор генератора замкнут накоротко вследствие трехфазного КЗ на его шинах.

Варианты:

- а) гашение поля осуществляется на постоянное разрядное сопротивление $k=3$. Влияние демпферной обмотки не учитывается;
- б) гашение поля осуществляется с помощью дугогасительной решетки, включенной последовательно обмотке возбуждения. Влияние демпферной обмотки не учитывается;
- в) то же, что и п. «б», но с учетом влияния продольной демпферной обмотки генератора.

138. Магнитное поле генератора при трехфазном КЗ на его шинах гасится последовательно включенной дугогасительной решеткой. Параметры генератора ТГВ-315-2, $P_{\text{ном}}=315\text{МВт}$, $U_{\text{ном}}=27,5\text{кВ}$, $i_{fxx}=1025\text{А}$, $U_{f\text{нн}}=300\text{В}$, $i_{f\text{н}}=2540\text{А}$, $X'_d=0,2$, $X_d=1,9$, $X''_d=0,15$, $X_\sigma=0,15$, $X_f=1,85$, $T_{d0}=5,2\text{с}$, $T_{d10}=3\text{с}$.

Испытательное напряжение обмотки возбуждения 5000 В.

Определить полное время гашения поля генератора, работавшего в номинальном режиме; принять, что статор генератора замкнут накоротко вследствие трехфазного КЗ на его шинах.

Варианты:

- а) гашение поля осуществляется на постоянное разрядное сопротивление $k=3$. Влияние демпферной обмотки не учитывается;
- б) гашение поля осуществляется с помощью дугогасительной решетки, включенной последовательно обмотке возбуждения. Влияние демпферной обмотки не учитывается;
- в) то же, что и п. «б», но с учетом влияния продольной демпферной обмотки генератора.

139. Магнитное поле генератора при трехфазном КЗ на его шинах гасится последовательно включенной дугогасительной решеткой. Параметры генератора ТГВ-375-2, $P_{\text{ном}}=375\text{МВт}$, $U_{\text{ном}}=35,5\text{кВ}$, $i_{fxx}=1025\text{А}$, $U_{f\text{нн}}=300\text{В}$, $i_{f\text{н}}=2540\text{А}$, $X'_d=0,2$, $X_d=1,9$, $X''_d=0,15$, $X_\sigma=0,15$, $X_f=1,85$, $T_{d0}=5,2\text{с}$, $T_{d10}=3\text{с}$.

Испытательное напряжение обмотки возбуждения 7500 В.

Определить полное время гашения поля генератора, работавшего в номинальном режиме; принять, что статор генератора замкнут накоротко вследствие трехфазного КЗ на его шинах.

Варианты:

- а) гашение поля осуществляется на постоянное разрядное сопротивление $k=3$. Влияние демпферной обмотки не учитывается;
- б) гашение поля осуществляется с помощью дугогасительной решетки, включенной последовательно обмотке возбуждения. Влияние демпферной обмотки не учитывается;
- в) то же, что и п. «б», но с учетом влияния продольной демпферной обмотки генератора.

140. Магнитное поле генератора при трехфазном КЗ на его шинах гасится последовательно включенной дугогасительной решеткой. Параметры генератора ТГВ-450-2, $P_{\text{ном}}=450\text{МВт}$, $U_{\text{ном}}=37,5\text{кВ}$, $i_{fxx}=1025\text{А}$, $U_{f\text{нн}}=300\text{В}$, $i_{f\text{н}}=2540\text{А}$, $X'_d=0,2$, $X_d=1,9$, $X''_d=0,15$, $X_\sigma=0,15$, $X_f=1,85$, $T_{d0}=5,2\text{с}$, $T_{d10}=3\text{с}$.

Испытательное напряжение обмотки возбуждения 8000 В.

Определить полное время гашения поля генератора, работавшего в номинальном режиме; принять, что статор генератора замкнут накоротко вследствие трехфазного КЗ на его шинах.

Варианты:

- а) гашение поля осуществляется на постоянное разрядное сопротивление $k=3$. Влияние демпферной обмотки не учитывается;
- б) гашение поля осуществляется с помощью дугогасительной решетки, включенной последовательно обмотке возбуждения. Влияние демпферной обмотки не учитывается;
- в) то же, что и п. «б», но с учетом влияния продольной демпферной обмотки генератора.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)